

5(6)

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

LIBRARY Bulletin — Boletín

JAN 30 1962 Vol. V, No. 6

FISH & WILDLIFE SERVICE

(Completing the volume)
(Completando el volumen)

4/3

**SPAWNING OF YELLOWFIN TUNA AND SKIPJACK IN
THE EASTERN TROPICAL PACIFIC, AS INFERRED
FROM STUDIES OF GONAD DEVELOPMENT**

**DESARROLLO DE LOS ATUNES ALETA AMARILLA Y BARRILETE
EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL, SEGUN LOS
ESTUDIOS DEL DESARROLLO DE LAS GONADAS**

by — por
CRAIG J. ORANGE

La Jolla, California
1961



INTER - AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. V, No. 6

(Completing the volume)

(Completando el volumen)

**SPAWNING OF YELLOWFIN TUNA AND SKIPJACK IN
THE EASTERN TROPICAL PACIFIC, AS INFERRED
FROM STUDIES OF GONAD DEVELOPMENT**

**DESOVE DE LOS ATUNES ALETA AMARILLA Y BARRILETE
EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL, SEGUN LOS
ESTUDIOS DEL DESARROLLO DE LAS GONADAS**

by — por

CRAIG J. ORANGE

La Jolla, California

1961

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION	459
METHODS AND PROCEDURES	461
DISCUSSION OF THE USE OF THE GONAD INDEX	462
SIZE OF FEMALES AT FIRST SPAWNING	464
SPAWNING OF YELLOWFIN BY AREAS AND SEASONS	466
SPAWNING OF SKIPJACK BY AREAS AND SEASONS	472
MEAN PERCENTAGES OF MATURING GONADS	475
SEX RATIOS	475
SUMMARY	476
FIGURES — FIGURAS	479
TABLES — TABLAS	496

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
INTRODUCCION	503
MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	505
DISCUSION DEL USO DEL INDICE DE GONADAS	507
TAMAÑO DE LAS HEMBRAS AL DESOVAR POR PRIMERA VEZ	509
DESOVE DEL ATUN ALETA AMARILLA POR AREAS Y ESTACIONES	511
DESOVE DEL BARRILETE POR AREAS Y ESTACIONES	518
PORCENTAJES MEDIOS DE LAS GONADAS EN MADURACION	521
RAZON DE LOS SEXOS	521
RESUMEN	522
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA	525

SPAWNING OF YELLOWFIN TUNA AND SKIPJACK IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC, AS INFERRED FROM STUDIES OF GONAD DEVELOPMENT

by

Craig J. Orange

INTRODUCTION

Knowledge of the life history of yellowfin tuna (*Neothunnus macrop-terus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the Eastern Tropical Pacific Ocean is being compiled and reported by the Inter-American Tropical Tuna Commission. One important aspect is to elucidate the times and areas of spawning of the yellowfin and skipjack tunas in or near the region fished by the commercial vessels.

Since the preliminary report by Schaefer and Orange (1956) on tuna spawning in the Eastern Tropical Pacific, inferred from studies of gonad development, several scientists have reported on the spawning of tunas in other parts of the Pacific Ocean. Buñag (1956) reported finding yellowfin, from waters surrounding the Philippine Islands, with greatly enlarged ovaries which he judged to be near spawning condition, and several specimens had ovaries with mature ova remnants which were being resorbed. Yuen and June (1957) found sexually active yellowfin tuna from 115°W to 180° longitude, and from approximately 10°N to 8°S latitude. All females they examined of total length less than 70 cm. were in an im-mature condition; about 10 per cent of the females from 70 to 109 cm., and 47 to 66 per cent of the females 120 to 159 cm., were maturing sexually.

Matsumoto (1958) found both *N. macropterus* and *K. pelamis* larvae from all the latitudes where adults were taken from 14.5°S to 25°N latitude and 120°W to 180° longitude. He believed the maximum time the fertilized ova are in the water is not more than four days and the maximum drift for these ova would not be over 150 miles. Matsumoto reported that he was able to identify yellowfin larvae as small as 3.9 mm. in total length and, because of their distribution over a very large region, he suggested that the adults spawn over a large part of the Central Pacific.

Matsumoto (1958) found skipjack larvae 3.7 mm. in length, which he judged to be about one millimeter larger than newly hatched larvae. He suggested the area of collection for these larvae was very close to, or on, the spawning grounds. He found skipjack larvae from 25°N to 14.5°S latitude and from 120°W to 180° longitude and believed that, because of an adult-larvae relationship, larvae would also be found between 180° longitude and the Asian coast. Austin *et al*, in press, report that extensive skipjack spawning takes place in the vicinity of the Marquesas Islands. This was evidenced by the regular occurrence of skipjack larvae in

plankton samples, several females found in advancing stages of sexual maturity, and one female collected with a few fully mature ova remaining in the lumen of the ovary.

Numerous juvenile yellowfin and two very small juvenile skipjack from waters off Central America were collected in 1947 (Schaefer and Marr 1948; Schaefer 1948). Mead (1951) also captured postlarval yellowfin off Central America. During the past several years collections of larval and juvenile yellowfin have been made in plankton hauls in the Eastern Pacific in the sea area from off the southern part of Baja California southward to Cape Pasado, Ecuador, with many larval yellowfin collected from waters off the coast of southern Mexico and Central America. The detailed results of these collections will soon be published in another *Bulletin* of the Inter-American Tropical Tuna Commission.

It has been shown by earlier studies that yellowfin and skipjack spawn within the region fished by the commercial fleet in the Eastern Pacific; however the seasonal patterns, sizes at first spawning, areas of concentrated spawning, and areas of little or no spawning have not been well documented. The study by Schaefer and Orange (1956) had two main objectives. The first was to investigate the spawning of yellowfin and skipjack tunas in three areas by inferences based on gonad development of these species. The second objective was to investigate methods of determining rapidly and objectively the state of maturity of the gonads of these species, in order to provide a basis for more extensive and efficient investigation in these and other areas of the Eastern Tropical Pacific.

These studies were based on examination of ovaries of tunas of both species from commercial catches taken throughout the year in three areas: the vicinity of the Revilla Gigedo Islands, the sea area off Baja California, and the sea area off Central America. The seasonal distribution of yellowfin spawning near the offshore Revilla Gigedo Islands and Central American areas was estimated, and it was indicated that little spawning occurs off Baja California. It was indicated that there might be extensive skipjack spawning near the Revilla Gigedo Islands, but that there is probably very little spawning in the two areas further inshore, off Baja California and off Central America. The second objective, to determine a rapid and objective method of estimating the degree of sexual maturity, was also fairly well attained. It was shown that a reasonably reliable estimate of the degree of sexual maturity could be obtained by comparing the weight of both ovaries to the total length of the fish, through the calculation of an index of relative sexual maturity. The "Gonad Index", which is the weight of the ovaries divided by the cube of the fish length, was used to estimate the stage of development of the ovarian eggs. The utility of this index was studied by comparison with the position of the 95th centile of the total frequency distribution of diameters of ova larger than 0.083 mm. By comparing the position of the 95th centile of ova diameters with the gonad index, the three-dimensional problem of fish length, ovary weight

and ova size then becomes a two-dimensional problem of ova size compared to a number representing ovary weight divided by the fish weight, estimated from fish length. There was a suitable relationship between the gonad index and the position of the 95th centile of ova diameter, although the standard error of estimate was fairly large.

It should be noted that the inference of location of spawning areas from the occurrence of female tunas with ovaries in advanced stages of maturity depends on the assumption that such fish spawn in the near vicinity of the place of capture. Since the tunas are capable of swimming rapidly such an assumption is by no means certainly valid, *a priori*. However, two kinds of evidence indicate that it is probably valid for the tropical species in the Eastern Pacific, especially the yellowfin tuna. Results of tagging and recovery of specimens in many parts of this region (which will be reported elsewhere) show that long, rapid migrations are, in fact, rare. The geographical distribution of collections of larval yellowfin tuna and a few skipjack (which will also be reported elsewhere) confirms the results of the inferences from these studies of tuna ovaries.

METHODS AND PROCEDURES

Specimens were obtained from the commercial live-bait and purse-seine fishing vessels at the time of unloading at canneries at Terminal Island or San Diego, California, and some were also collected at Manta, Ecuador and Mancora, Peru. Before any fish were examined, the exact date and location of capture were determined. The total fish length was measured (Marr and Schaefer, 1949), the body cavity was opened and, when possible, the sex was determined. If the sex could not be determined by gross field examination the total length was recorded and the stage of development recorded as 1-S. Only the total length and sex were recorded if the specimen was a male. For the females the total length was recorded and the ovaries were removed for further examination. The ovaries were thawed when necessary, (the fish arrive in port frozen) then weighed to the nearest 0.1 gm. They were then dissected for microscopic examination to determine if mature ova remnants could be found.

Sampling was done from several areas in addition to those included in the earlier study by Schaefer and Orange. The fishing region of the Eastern Tropical Pacific Ocean was divided into 13 areas, Figure 1, and from each of these areas an attempt was made to collect up to 50 females of each species (yellowfin and skipjack) from each area in each month. Each of these areas is not regularly fished during the entire year, so the potential total number of specimens was not collected.

A minimum size of fish for collection, above the general minimum size at first spawning, indicated from the results of Schaefer and Orange, was established for each area to be sampled. For Areas I and II, a size of 80 cm. for yellowfin and 60 cm. for skipjack was established; for the remainder of the areas, yellowfin 70 cm. and above and skipjack 55 cm. and above were selected for collection. The ovaries collected were weighed

and examined for the presence of mature ova remnants and were also assigned to a gross stage of sexual development, in accordance with the following scheme:

- Stage 1-S: The gonads are small and ribbon-like; at this stage it is not possible to determine the sex by gross examination. Presumably these are virgin fish that have never reached sexual maturity.
- Stage 1: Immature; the gonads are elongated, slender, but the sex is determinable by gross examination.
- Stage 2: Maturing; the gonads are enlarged but the individual ova are not visible to the naked eye.
- Stage 3: Maturing; the gonads are enlarged and turgid; the individual developing ova are visible to the naked eye.
- Stage 4: Ripe; the ovary is greatly enlarged; the ova are translucent, easily dislodged from the follicles, or loose in the lumen of the ovary; the ova may often be extruded from the fish by external pressure. Very few specimens in this stage were found during this study.
- Stage 5-A: Recently spawned; the gonads are similar to Stage 3 but have mature ova remnants which are round, not collapsed, and the oil globule may or may not be ruptured. The ova diameters range from 0.91 to 1.08 mm.
- Stage 5-B: Post-spawning; the gonads are similar to Stages 2 or 3 but have mature ova remnants in advancing stages of resorption. Furthermore, the chorion has collapsed, and the oil globule has ruptured.

Utility of the gross stages to indicate the degree of sexual maturity is limited because of the wide range of ovarian developmental stages included in Stage 3. Also Stages 5-A and 5-B can represent females in various stages of ovarian development.

DISCUSSION OF THE USE OF THE GONAD INDEX

The gonad index used in this study is a numerical relationship between the size of fish and the weight of both ovaries, being proportional to the weight of the ovaries divided by the weight of the fish, if the weight of the fish is proportional to the cube of its length; it is defined as:

$$G.I. = \frac{W}{L^3} \times 10^8$$

where G.I. = Gonad index

W = Weight of both ovaries in grams

L = Total length of fish in millimeters

The degree of sexual maturity can be determined by ova diameter measurements to determine the position of the most mature mode as used by Yuen (1955), or by using the position of some centile of the distribution

of ova diameters to indicate the size of the largest mode of developing ova, as used by Schaefer and Orange (1956). Another way of determining the maturity of an ovary is by measuring the maximum, or largest, ova diameter as used by Buñag (1956), and Otsu and Uchida (1959). The last two authors compared the maximum egg diameter with the relative ovary weight, (similar to the gonad index used in this study) and found a definite relationship between the degree of gonad development, indicated by the largest ova diameters, and the relative ovary weight. Buñag did not use a gonad index, instead he attempted to correlate the weight of both ovaries directly with fish weight and his comparison was not satisfactory enough to him to warrant its use. However, by calculating the gonad indices (X) for his yellowfin samples (from his published data) and plotting these against the largest ova diameters (Y) one obtains a reasonably good fit, the regression line being $Y = 4.51 + .301X$.

The gonad index used in this study apparently does not completely correct for the effect of length of fish on the size of their gonads at the same stage of ova development. It can be seen from Figure 2 that ovaries which are immature or in a resting stage have slightly higher average gonad indices as the fish size increases. The line separating females classed as immature or resting from maturing was calculated using data from Area II first quarter (Figure 2), which is the only quarter in which most of the females from this spawning area are immature or in a resting stage. The middle line in this figure is a regression line of gonad index on fish length, based on the data from the gonad indices of 424 females which were not in advanced stages of sexual maturity (this excludes the four indices above 35). The upper line is three standard errors (8.304 index units) above this regression line, and is used to separate the gonad indices considered to correspond to immature or resting ovaries, from those corresponding to maturing ovaries. All gonad indices above the line are considered maturing and below the line as immature or resting. The bottom line on Figure 2 indicates (right hand scale) the percentage of ovaries in the maturing class, within each 10 cm. interval of fish length. The upward slope of the regression line may be due to the occurrence of more immature females in the smaller size classes, the larger size classes being predominantly females in a resting stage, or because the gonads grow proportionally faster than the rest of the fish, or because the cube of the fish length is not proportional to weight. Chatwin (1959) calculated the length-weight relationship of yellowfin tuna from all areas of the Eastern Pacific and found the regression coefficient to be 3.020 for the fish sizes he had represented in his samples. Schaefer (1948) obtained a regression coefficient of 2.95 for yellowfin up to 157 cm. Neither coefficient of 3.02 nor 2.95 would account for the upward slope of the regression line. It is probable that many of the females below 100 cm. during the first quarter from Area II are immature, as most of these fish are too small to have reached sexual maturity the previous spawning season. Most of the females above 120 cm. are in a resting stage during the first quarter and the gonad

indices calculated from these larger females are larger than the indices for the smaller immature females.

The value of the gonad index to show ovary development is not seriously hindered because of the slight increase in gonad index with increased fish size. As can be seen from the four quarterly charts for yellowfin from Area II, Figures 2 to 5, when a female is reasonably well advanced toward sexual maturity the corresponding gonad index is higher than that of any females which are immature or in a resting stage. On Figures 3, 4 and 5 are reproduced the line from Figure 2 which is assumed to be the upper limit of the gonad indices of ovaries that are in immature or resting stages. This same line is also used in all other areas to separate maturing gonads from those which are in immature or resting stages. It, therefore, is reproduced on the pertinent figures for the other areas.

SIZE OF FEMALES AT FIRST SPAWNING

The estimated minimum size at first spawning for yellowfin varies in different parts of the Pacific Ocean. Buñag (1956) collected from the region of the Philippine Islands a yellowfin 567 mm. fork length, which he considered nearly ripe, and by calculating the gonad index, from his published data, for this female the value of 70.8 is obtained. This was the smallest yellowfin female he found which had greatly enlarged ovaries. Yuen and June (1957) estimated that the size of yellowfin at first spawning could be as small as 70 cm., but that the greater share of the yellowfin in the Central Pacific do not reach sexual maturity until about 120 cm. in total length.

Yellowfin from different areas of the Eastern Tropical Pacific also indicate some differences in minimum size at first spawning. Data from the yellowfin and skipjack specimens collected during the study by Schaefer and Orange (1956) are included with the specimens collected for the present study. Most of the females below the minimum size of collection, described in methods and procedures, were collected during the study by Schaefer and Orange. Examination of Figure 6 shows that the minimum size of sexual maturity from Area II cannot be accurately determined, since only five females below 80 cm. were collected during the peak spawning months, July through September. The percentage of females considered maturing does, however, give a fair estimation of the minimum size of first spawning. The percentage of females in the maturing class rises sharply from 100 cm. through 140 cm., and above 140 cm. all the females examined, during the three year period, were maturing. No females from 60 to 70 cm. were in the maturing class, one female in the 70 to 80 cm. class was maturing, but certainly not well advanced toward maximum maturity. The females from 80 to 100 cm. show the first substantial group which is maturing toward spawning. The minimum size for the first spawning from Area II is probably between 70 to 80 cm., however a size of 120 cm. is reached before 50 per cent of the females examined were in maturing stages.

The minimum size at first spawning for yellowfin from Areas IV, V, and VI may be estimated from the data of Figure 7. A substantial number of females 50 cm. and above were in a maturing gonadal condition during the period of October to April, which seems to be the peak spawning months for the smaller females in these areas. The data from these areas indicate that none of the females from 40 to 50 cm. were in the maturing group. However, three females from 50 to 51 cm. were in advanced stages of sexual maturity. This shows that the minimum size of first spawning in these areas is probably about 50 cm. This is in sharp contrast with Area II, since it is not until about 100 cm. in length that 20 per cent of the females there are maturing, while from Areas IV, V and VI 20 per cent of the females 50 to 60 cm. in length are maturing.

The minimum size of first spawning for skipjack from the Pacific Ocean is not well defined. Brock (1954), from skipjack caught around the Hawaiian Islands, estimated the smallest fish that had maturing ova during the spawning season were from 40 to 45 cm.; he obtained one female 43.2 cm. in length which had fully matured ova. Buñag (1956) did not determine the minimum size at first spawning for skipjack around the Philippine Islands, but he did obtain several specimens from 45 to 63 cm. which contained ovaries in advanced stages of sexual development. Austin, *et al*, in press, working in the Marquesan Islands area, found skipjack from 43 to 75 cm. with sexually maturing ovaries. From these data it seems the minimum size at first spawning in the Central and Western Pacific may be about 40 to 45 cm.

For skipjack from the Eastern Tropical Pacific, a division was made between the maturing class and immature or resting stages using the same method as described above for yellowfin. Data from skipjack females captured during the first quarter from Area II, Figure 23, which were not obviously sexually maturing, were used to calculate a regression line based on the total length and corresponding gonad index. This regression line, shown on Figure 23, is based on 393 gonad indices and excludes the two largest indices of 35 and 36. The upper line is three standard errors above the regression line and is used to define females considered maturing, above the line, and immature or resting, below the line. This line was used not only for Area II but also for other areas to distinguish those ovaries considered to be maturing. The third line of Figure 23 is a line showing the percentage of gonad indices considered maturing in each 2 cm. length category.

The data of Figure 8 indicate that the minimum size at first spawning for skipjack from Area II may be about 55 cm. Skipjack from Area II show an increase of percentage of females above 55 cm. in the maturing group, but the percentage does not show the rapid increase with size as found for yellowfin from the same area.

A minimum fish length of 55 cm. was chosen for ovary collections from Areas X and XI prior to the systematic study of skipjack spawning

in these areas. On two occasions when females above 55 cm. could not be obtained, a few smaller females were available and upon examination showed considerable sexual maturity. Eleven females below 55 cm. were thus examined and the gonad indices can be seen in Figure 9. Five of these had maturing ovaries and two specimens between 44 and 45 cm. appear to be well advanced toward spawning. Twenty-nine per cent of the specimens between 55 and 69 cm. were in the maturing group. However, the minimum size at first spawning is not well defined from these offshore areas. These data would indicate the minimum size may be around 40 cm.

SPAWNING OF YELLOWFIN BY AREAS AND SEASONS

Area I

Specimens were collected in Area I from March 1954 to December 1955. Included were fish from the "local" fishing banks off Baja California, collected May through December each year, and specimens from the Gulf of California, collected from March through June each year.

This area is apparently not a major spawning area for yellowfin, since advanced ovaries were encountered in the samples only during September, and then in small numbers. Table 1 shows the frequency of occurrence of gonad indices in four categories, for females of lengths 80 cm. and above, by months. September has one gonad index of 46.5 and four indices between 30 and 44.9, which suggests that some yellowfin may spawn in the area, but, since 95 per cent of the females collected during September had gonad indices of less than 30, such spawning is probably very minor.

Further evidence that this is not a major spawning area comes from the examination of plankton and night-light samples taken in the area. The California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations has made extensive plankton collections as far south as Cape San Lucas, and also in the Gulf of California, throughout the year, and in addition, considerable night-light fishing has been done in the region on different occasions. Only a very few yellowfin larvae, and no skipjack, have been obtained in the collections (W. L. Klawe, M.S.).

The commercial fishery generally operates in the Gulf of California from February through June and then moves into the offshore fishing area west of Baja California. There is little fishing in the Gulf again until November and December. Some spawning may take place in the Gulf during August and September, but no ovary samples are available to confirm this.

Area II

Area II appears from these ovary studies to be a major spawning area for yellowfin. Specimens were collected here from December 1953 through December 1957. From December 1953 through May 1955 the specimens were selected to represent as large a size range of females as possible, so that the minimum size at spawning could be estimated. Later only fish 80 cm. and above were sampled.

Yellowfin from this area have a definite annual spawning cycle with the peak in about August, although some females with ovaries in advanced stages of sexual development were obtained in every month except December and January. The Area II quarterly charts, Figures 2 to 5, show the gonad indices and the percentage of females considered maturing by 10 cm. size groups. These charts show that very few females are maturing during the first quarter. Of the 428 females above 80 cm. in length, only one per cent could be considered sexually maturing and these were large fish above 120 cm. in length. During the second quarter, 10.2 per cent of the 441 females over 80 cm. were maturing and these include fish in the entire size range. During the third quarter, 44.7 per cent of the 467 females were maturing sexually, and this also includes all sizes over 80 cm. During the fourth quarter, the average low gonad index indicates that most of the females which spawned during the year have returned to a resting stage, as only 5.6 per cent of the 409 females were in the maturing class. The frequency of maturing females increases with total length. The data for the third quarter show the following percentages, by size class, of maturing females:

Size class in cm.	Percentage maturing
80 - 89.9	22
90 - 99.9	32
100 - 109.9	52
110 - 119.9	54
120 - 129.9	71
130 - 139.9	86
140 - 149.9	91
150 - 159.9	100

A diagram of the frequency of occurrence of gonad indices, grouped into four categories, plotted for 2-cm. class intervals of fish length, Figure 10, shows that the highest frequency of occurrence of indices over 45 is found during August, and that this is the only month when females under 100 cm. had gonad indices above 45.

The gonad indices are tabulated by three categories of gonad condition in Table 1. Class "1-4" includes females in which no distinguishable remnants of mature ova could be found in the lumen of the ovaries. Stage 5 is divided into two classes, 5-A which represents recently spent females, and 5-B which represents females spent for a longer period (see page 462). For Area II two 5-A ovaries were collected in July, 12 in August, and one each in September and October. Ovaries in Stage 5-B were obtained during each month of the year. The percentages of ovaries in class 5-B by month are as follows:

January	9.8
February	4.5
March	7.1
April	12.9

May	21.0
June	16.3
July	28.9
August	45.6
September	47.5
October	36.4
November	38.5
December	22.3

The percentage of class 5-B ovaries is highest during August and September, drops to 4.5 in February, then builds up again towards the September high. November is the last month in which females were found in advancing stages of maturity, and the next month to show advancing ovaries was February. This shows that mature ova remnants are probably retained in a recognizable condition for at least three months. Only 16 ovaries were classed as 5-A, which suggests that the mature ova remnants must collapse within a few days after spawning. Multiple spawning is suggested by the large majority of the ovaries in advanced stages of sexual development which are classed as 5-B and 5-A. While this indicates that yellowfin have multiple spawning, there is nothing to suggest how many times a female may spawn during one season. Yuen (1955) obtained similar findings for *Germo alalunga*, and Yuen and June (1957) found similar evidence of multiple spawning for *Neothunnus* in the Central Pacific area. None of these researchers could estimate the number of times a tuna spawns within a year or season.

Area III

This area off southern Mexico is apparently a major spawning area for yellowfin. It covers offshore waters from Las Tres Marias Islands southward to the northern edge of the Gulf of Tehuantepec. Samples were collected from January 1956 through June 1959, although routine monthly collections were not begun until January 1957. Collection of samples for each calendar month has not been possible in this area due to the lack of fishing effort during certain months. No samples were collected for September and a poor size range is represented for October.

Yellowfin from this area show evidence of spawning throughout the year, with a seasonal peak during the second and third quarter, but without the sharp peak demonstrated in Area II. Yellowfin above 70 cm. have some gonad indices classed as maturing during all four quarters, Figures 11 to 14. Females 70 to 79 cm. in length have the smallest percentage, 35 per cent, maturing during the first quarter and the highest percentage, 90 per cent, during the third quarter. Females 80 cm. and above have fewer members in the maturing class during the first quarter than during the following three quarters. The seasonal cycle of spawning is best represented by the small females, which may be spawning for the first time.

Area IV

Area IV is the area off the Gulf of Tehuantepec, a possible area of

mixing between stocks of yellowfin from the northern region (southern Mexico and Baja California) and from Central American waters. Specimens collected from Area IV had a restricted size range, as females over 100 cm. in length were not well represented, and no females above 120 cm. were collected.

This area was part of the original Area III of Schaefer and Orange (1956), which included yellowfin from the sea area off Cape Mala, Panama, northward to 15°N latitude. It was subsequently found that females less than 100 cm. in length from the Tehuantepec area were not always found to be in advanced stages of sexual maturity at the same times as females of the same size from waters off Panama and Costa Rica. The original Area III was therefore divided into three sub-areas which are designated here as Areas IV, V and VI. Area IV is apparently a spawning area for yellowfin, but a sharp seasonal pattern for the months represented is not evident.

There is evidence of specimens in advanced stages of maturity during January, February, March and June, early maturing females during April, May and July. The few specimens collected in September, October and November do not indicate imminent spawning during this period; however, the number of specimens observed is small for each of the three months.

Some fish with gonad indices of 45 and above, Table 1, were found during January, February, March and June, but 84.6 per cent of the females 70 to 90 cm. in length during this same time span have gonad indices of less than 15. Females from 70 to 90 cm. are represented for each month except August and December, and during the other ten months females of this size do not, as a group, have greatly enlarged ovaries. This suggests that fish of this size do not spawn within the area. Sufficient specimens above one meter in length are not represented to properly estimate the spawning trends.

Area V

Area V was designed as a transition area between Area IV and Area VI, and was not considered for concentrated gonad sampling. Some samples were collected, however, from this area, and the gonad indices of these are shown in Table 1. The females collected were generally immature or in a sexual resting stage except during April, May and June when some females had ovaries in moderately advanced stages of maturity. There may be some spawning in this area.

Area VI

Area VI appears to be a major spawning area for yellowfin. Specimens were collected from October 1953 through July 1959. Some females from this area were found in advanced stages of sexual development during each month except November, which is represented by only eight specimens. The gonad indices indicate the principal spawning period to

be from December through March, with a peak during January and February. The seasonality of the occurrence of advanced gonads is particularly evident, Figures 15 to 18, among females 70 to 99 cm. in length, since during the first quarter of the year 64.1 per cent of these females are classed as maturing, while there are in the maturing class during the second quarter 29.2 per cent, during the third quarter 17.3 per cent, and during the fourth quarter 18.2 per cent. Yellowfin over 100 cm. in length also show some seasonality in the occurrence of advanced gonads, but with a smaller variation among the four quarters. The percentages of females above 100 cm. in the maturing class in the first through the fourth quarters are: 63.8, 50.0, 50.0 and 45.8, respectively.

Area VII

Specimens were collected from Area VII starting in January 1956 and continuing through May 1957; however, only 292 females above 70 cm. were collected. This number of specimens is insufficient to permit detailed analysis of the spawning of yellowfin in this area. Three females with gonad indices over 45 were collected during January and March. During April, May, June, July and August females were found with ovaries advancing towards spawning, but with lower gonad indices. Yellowfin probably spawn in this area during January to March. The specimens collected during May, June, July and August and December do not indicate spawning during these months; however, if more samples were available they might show a percentage of the population in spawning condition similar to that in Area VI.

Area VIII

Area VIII is most probably not a spawning area for yellowfin except, perhaps, in its most northern part. One thousand three hundred and twenty females were examined from this area and only seven of these were classed as maturing.

Sampling was begun in August 1955 and continued through May 1959. During this time specimens were collected for each calendar month, but not for each month of each year. Specimens include sizes from 70 cm. to 135 cm. and each month is represented by one or more females above one meter in length. The only evidence of maturation of ovaries is during the first quarter, Figures 19 to 22, when two females, sizes 70 to 79 cm., three females 80 to 89 cm., and two females 100 to 109 cm. were found maturing. Only 12 females were classed as 5-B.

Area VIII is a major fishing area for the tuna fleet. Although in recent years skipjack has been the dominant species caught, some yellowfin are taken during the entire year. Data from tagging experiments have not indicated any large-scale migrations of yellowfin out of this area, but, as the gonads of the fish do not indicate spawning within the area, they must move away from the fishing grounds to spawn (perhaps offshore). The lack of specimens with mature ova remnants indicates that this group

of fish may leave the fishing area and not return for several months after spawning.

Area IX

No specimens above 70 cm. were collected from Area IX; however, a few loads of tuna originating from this area did have some small yellowfin mixed in with the skipjack, which predominated. Some of these small yellowfin were examined and none was found with ovaries in advancing stages of sexual maturity. The several specimens examined appeared to be immature and contained ovaries which were placed in gross stages 1-S, 1 or 2.

Area X

Area X surrounds the Galapagos Islands and extends northward to "Paramount Bank". Yellowfin specimens have been collected from this area since November 1955, the last samples being collected in November 1958. During this time one or more samples were collected from each calendar month except April, but more samples are needed to extend the size range and number of specimens representing each month.

Area X appears to be a spawning area for yellowfin, but the seasonal pattern of spawning is difficult to estimate because of the paucity of data. A few females with ovaries in advanced stages of sexual development are represented in the samples during January, March and September, and females in early stages of maturity are found during February and December. Ovaries in Stage 5-B were found in fish caught during January and March, and September through December. Only two gonad indices of 45 and above were found, Table 1; these were for females 110 to 139 cm. in length caught during January.

Area XI

The Cocos Island area is apparently a spawning area for yellowfin and may be part of a major spawning area, but the number of specimens collected is inadequate to estimate the seasonal pattern. Many of the yellowfin landed from this area are below 70 cm., and specimens over 100 cm. in length are uncommon in our present samples.

Specimens were first collected from the area in December 1955 and the last month of collection was April 1959; during this time only 172 females above 70 cm. were collected, during the months of January, February, April, June, September and December; see Table 1. From this limited number of specimens an accurate estimate of the spawning cannot be made, but spawning is suggested at least during February and April. It is possible that the fish here are part of the same population spawning in more inshore waters off Central America.

Area XII

Area XII is the Clipperton Island area, some 600 miles off the coast of southern Mexico. Specimens representing a fairly good size range were collected for each month except July, September and October. A total of

361 females were collected from this area commencing in April 1955 and continuing through January 1959 .

Area XII is probably a spawning area for yellowfin, with some spawning during the entire year, but with peak spawning during February and March, which corresponds closely with the seasonal pattern of the Central American area. Gonad indices of 45 and over, Table 1, are shown for February, March, April, November and December, with the highest incidence during March.

Area II-B

Area II-B is the Shimada Bank area, southwest of the Revilla Gigedo Islands. Samples were collected from this area from May 1957 through August 1958, during which time 292 females were examined.

This is apparently a spawning area for yellowfin and the seasonal pattern of gonad development appears similar to that of Area II. The peak spawning in August is represented by many females in very advanced stages of sexual maturity, Table 1. Of the 41 females collected in August, 18 had gonad indices of 45 and above, 18 from 30 to 44.9, 4 from 15 to 29.9; only one female had a gonad index of less than 15. Females which are either immature or in a resting stage predominate from November through March.

SPAWNING OF SKIPJACK BY AREAS AND SEASONS

Area I

Skipjack specimens from Area I were collected from March 1954 through December 1955. Collections were then stopped, because the skipjack did not show indications of maturation of gonads at any time. A total of 413 females were examined from the area and all of these were found to be in very early stages of gonad maturation, Table 2. The highest gonad indices recorded for any of the specimens were 15.2 and 15.3, which are well below a value indicating sexual maturity. Of the 413 females collected, 89 were from 55 to 59 cm. in length and 97 were from 60 to 73 cm. in length. Skipjack above 60 cm. comprise a minority of the total catch, and the 97 females above 60 cm. were obtained only after considerable screening of landings at the canneries. The minimum size at first spawning for Area II is around 55 cm. (see page 465), and even though many of the females in Area I are above this size each of those observed was sexually immature.

Area II

Area II, the Revilla Gigedo Islands area, is one of the few areas fished by the commercial fleet which appears to be an important spawning area for skipjack. Specimens were collected from this area starting in January 1954 and ending in December 1957, when over 1400 females 60 cm. and above had been examined and specimens had been collected for each month of the year.

Skipjack with advanced ovaries are found in this area during an extended period, Table 2, and show a less pronounced seasonal peak than yellowfin in the same area. Females with maturing ovaries were collected from April through November, and the main spawning season is indicated to be from July through November, with perhaps some spawning in December and possibly very limited spawning during January.

The larger females, above 68 cm. have a larger share of gonad indices in the maturing class than females from 60 to 68 cm. Following are the percentages of females classed as maturing during each quarter from Area II, see Figures 23 to 26.

	<u>Females 60-67.9 cm.</u>	<u>Females 68 cm. and larger</u>	<u>All above 60 cm.</u>
1st quarter	2.3	4.1	2.8
2nd quarter	14.9	17.3	15.5
3rd quarter	15.0	47.6	18.8
4th quarter	16.6	57.7	20.5

Areas IV, V and VI

The data do not indicate these areas off Mexico and Central America to be significant spawning areas for skipjack. From this region 1122 females, 55 cm. and above, were examined and none was obtained with ovaries in late stages of maturation (Table 2). Specimens were obtained with ovaries developing towards spawning during December, February, March and May. The highest gonad index of 36 was from a female captured during December; gonad indices above 20 were obtained from samples taken in the months of December through June, the largest percentage being found in February.

Areas VII and VIII

Skipjack from Areas VII and VIII were collected from August 1955 through August 1958. During this time, the ovaries of 1304 females 55 cm. and larger were examined for sexual maturity. From these specimens, a sample of not less than 62 females is represented in each month of the year, and among these the highest gonad index is 23, for a female caught during February (Table 2). The percentage of gonad indices classed as maturing for each quarter is low, 0.63 during the first quarter, 0.56 during the second quarter, 0.00 for the third quarter and 0.75 for the fourth quarter. The ovarian development of skipjack in these areas is much the same as that of other coastal areas. The average gonad index remains low during the entire year, but a few fish show limited seasonal advancement toward maturity.

Area IX

The northern boundary of Area IX is 10°S latitude and the area extends southward as far as the commercial tuna fleet operates. The southern extreme for samples obtained for study is 21°S latitude. Specimens were obtained from this area starting in December 1957 and continued through March 1959. During this time 218 females 55 cm. and

larger were examined, representing the months of February, March, November and December.

The gonad indices from this area range from 5 through 20, which indicates these specimens were either immature or in a resting stage. There is probably no skipjack spawning in this southern extreme of the coastal region of the commercial fishery.

Area X

Area X includes the ocean area around the Galapagos Islands and Paramount Bank. Specimens were collected from November 1955 through January 1959, and during this time the ovaries of 585 females were examined for sexual maturity. Specimens were collected for each month except April, but only eight females were obtained for March; the other months are represented by 25 or more specimens.

The highest percentage of females 55 cm. and larger with gonad indices classed as maturing is found during the first quarter, and the lowest percentage is during the third quarter, Figures 27 to 30. These percentages by quarter are: 19.5, 6.6, 5.8 and 9.3 per cent. The percentage of gonad indices classed as maturing indicates that some skipjack may possibly spawn in or near this area during the entire year. Some gonad indices of 30 and above were found from October through March; during two months, March and December, gonad indices of 45 and above are represented by two specimens in each month, Table 2. These data suggest that the main spawning season may be from December through March.

Area XI

Skipjack specimens were collected from Area XI starting in December 1955 and continuing through April 1959. During this time the ovaries of 210 females 55 cm. and above were examined. Specimens were collected, Table 2, for the following months: January, February, April, June, September, November and December. Gonad indices above 30 are represented during February and April, and for the remaining months all the specimens have gonad indices below 20.

From this area Clemens (1956) collected a sexually mature 54.2 cm. skipjack from which ripe ova were extruded by applying pressure on the abdomen. This specimen was caught in January 1955 on trolling gear 25 miles east of Cocos Island.

The gonad data indicate that this is probably a spawning area for skipjack at least during February and April, and the collection of a sexually mature female during January indicates that January could also be part of the spawning season.

Area XII

Area XII is around Clipperton Island. Yellowfin specimens were periodically collected from this area and efforts were made to collect skipjack from the same vessels unloading yellowfin from the area. During

this investigation only 44 skipjack specimens were collected, all during the month of November. The gonad indices do not indicate spawning during this one month. However, one larval skipjack has been collected from the area during May with the use of a plankton net.

Area II-B

Area II-B is the Shimada Bank area southwest of the Revilla Gigedo Islands. One hundred and fifty-six specimens 60 cm. and larger were examined starting in May 1957 and continuing through May 1958. Specimens were collected from the months of January through May and December; no specimens were collected from June through November.

The spawning season for skipjack from this area would be expected to be the same as that of Area II, because of the close proximity of the two areas. Gonad indices in the maturing class are indicated by the data for January, March and April, Table 2; however, the lack of samples during the expected spawning season of July through November precludes definition, at this time, of the spawning season for this area.

MEAN PERCENTAGES OF MATURING GONADS

Table 3 shows the percentages of fish with maturing gonads, and the percentage of fish with gonad indices 45 and over, by fish size categories, for five selected areas for yellowfin and four selected areas for skipjack. The percentage with maturing gonads was computed by calculating for each area and fish size class the percentage of gonad indices falling in the maturing class (see page 463) in each quarter. The four quarterly percentages were averaged in each case, to obtain the annual means.

The data for yellowfin show that Areas II, III, and VI have relatively large percentages of maturing specimens, and show higher percentages at increasing fish sizes. The average incidences of gonad indices of 45 and larger are, of course, much smaller. These data summarize in a convenient form the differences in the degree of gonadal development between the areas which are considered spawning areas, such as Area II, and non-spawning areas, such as Area VIII.

The tabulation for skipjack shows similar marked differences between areas indicated as spawning areas and non-spawning areas. Area II has relatively large percentages of maturing specimens and also has some gonad indices 45 and larger. The coastal areas (IV, V, VI, VII, VIII) have relatively low percentages of maturing fish and no gonad indices of 45 and above.

SEX RATIOS

Because the sex of tunas cannot be determined from external characteristics, all of the specimens were selected for size, the body cavity was opened and the sex, when possible, identified. The total length in millimeters and the sex was recorded for each specimen. The specimens were recorded as either male, female, or, if the gonads were not developed

sufficiently to allow sex determination by gross field examination, as being in Stage 1-S. The sex ratios discussed below are from tabulation of all the specimens examined, for all areas combined, for each species.

The sex ratios for yellowfin are based on 18,234 specimens ranging in size from 40 through 196 cm.; the ratio, by 10 cm. size classes, is shown in Figure 31. A high percentage of the smaller specimens are in Stage 1-S, but as the specimens increase in size, the percentage of fish recorded as 1-S rapidly decreases. The sex of most of the yellowfin at a size of 70 cm. was determinable, and by 110 cm. the sex of all the specimens was determinable. Among the smaller fish for which the sex was determined, the proportion of males is low and rises rapidly to a fish length of 70 cm. From 70 cm. through 129 cm. the ratio is close to 50 per cent males. Above about 130 cm. the percentage of males rapidly increases, and above 180 cm. all the specimens were males.

It is probable that the low percentage of males in the smaller size classes is due to the ovaries being easier to recognize than testes, and, if so, the proportion of males is probably close to 50 per cent from the smallest size classes to about 120 cm., while above that size the ratio of males increases.

The sex ratio of skipjack is based on 12,178 specimens collected from all of the areas sampled from 1953 through 1959. Figure 32 shows the sex-ratio data in the same manner as Figure 31 for yellowfin. Thirty-nine per cent of the specimens from 40 to 45 cm. in length were in Stage 1-S, the percentage then decreased with increased fish size, and the sex of all skipjack was determined for fish above 65 cm. Ovaries are apparently easier to recognize than testes in the smaller fish, as 20 per cent of the specimens examined in size class 40 to 45 cm. were recognized as males, while 48 per cent were determined to be females. The skipjack staged as 1-S or as males equals close to 50 per cent below 75 cm. in length. This suggests that skipjack are captured in a sex ratio very close to unity below 75 cm. in length, the share of males increasing above that length.

SUMMARY

Yellowfin tuna and skipjack from 13 areas of the Eastern Tropical Pacific were examined to determine the incidence of spawning inferred from the condition of the female gonads. The specimens were measured, the body cavity opened, and the sex determined when possible. If the gonads were not sufficiently developed to enable the observer to determine the sex by gross field examination the specimens were placed in Stage 1-S. For the males only the total length and sex were recorded. For each female, the total length was recorded and the ovaries were assigned a numerical gross stage of development ranging from one through four, if no mature ova remnants could be found, after microscopic examination, or in Stages 5-A or 5-B if mature ova remnants were present.

A numerical relationship between the weight of fish, taken as pro-

portional to the cube of the total length, and the weight of both ovaries was calculated for each female. The relationship, called the gonad index, was used to indicate the degree of sexual maturity for each specimen. This gonad index apparently does not completely correct for the effect of size differences among fish on the size of their gonads at the same stage of ova development, because ovaries immature, or in a sexual resting stage, have slightly higher average indices as the fish size increases. The value of the gonad index to show ovary development is not seriously hindered because of the slight increase in gonad index with increased fish size, since a female, when reasonably well advanced toward sexual maturity, has a higher index than that of any females which are immature or in a resting stage.

Minimum size at first spawning was estimated for both species. Yellowfin from different parts of the Eastern Tropical Pacific indicate some differences in minimum size at first spawning. In the Revilla Gigedo Islands area, Area II, this is probably about 70-80 cm. in length; however, 120 cm. is reached before 50 per cent of the females examined, during the spawning season, were in maturing stages. Minimum size at first spawning for yellowfin from the sea area off Central America is substantially lower. The data indicate this minimum size is around 50 cm., as 20 per cent of the females of this size examined during the spawning season were maturing.

The minimum size at first spawning for skipjack also changes with different areas. The data indicate the minimum size at first spawning in Area II to be about 55 cm., and in the Cocos Island area (Area XI) the minimum size is around 40 cm.

It is indicated that yellowfin tuna probably spawn over a wide range of the Eastern Tropical Pacific, both inshore and offshore. Yellowfin spawning is seasonal in most areas with the sharpest peak spawning period described for the Revilla Gigedo Islands area and the longest spawning period indicated for fish off the coast of Central America. The data indicate that both the northern portion of the fishing area, off Baja California, and the southern portion, southward of approximately 1°S latitude, are of minor importance as spawning areas.

Two offshore island areas, Cocos and Clipperton Islands, are indicated as yellowfin spawning areas. The area around the Galapagos Islands is probably a spawning area during at least the first three months of the year, but sufficient data were not collected to define the yellowfin spawning from this area.

Skipjack spawning is mainly offshore. Area II, the Revilla Gigedo Islands area, is probably an important spawning area for skipjack. Specimens containing ovaries in advanced stages of maturation were obtained from Area II during an extended period of time and do not demonstrate the sharp August spawning peak indicated for yellowfin from the same

area. The Galapagos Islands area is probably a spawning area for skipjack, but, like yellowfin, sufficient specimens collected over an extended length of time were not available to define the spawning in the area.

Skipjack specimens were examined from the coastal areas from Baja California southward to Chile, and the gonad index data strongly indicate that spawning anywhere along the coast is very minor. Specimens were obtained, from the offshore Central American area, with ovaries developing towards spawning during December, February, March and May; however, the data do not necessarily indicate that these fish would eventually spawn within this area. It is inferred that skipjack move offshore for most of their spawning.

Sex ratios were tabulated for different length categories of all specimens examined, for all areas combined, for each species. The yellowfin data indicate that a high percentage of the smaller specimens are in Stage 1-S, presumably virgin fish, but as the specimens increase in size the percentage of fish classed as 1-S rapidly decreases. The sex ratio from 70 cm. to 130 cm. is close to 50 per cent males, but above 130 cm. the percentage of males rapidly increases.

Likewise for skipjack, the largest percentage of specimens in Stage 1-S occurs in the smallest size classes; the percentage of males, plus those in Stage 1-S, is close to 50 per cent at lengths below 75 cm., but it increases in the largest size class, 75-79 cm.

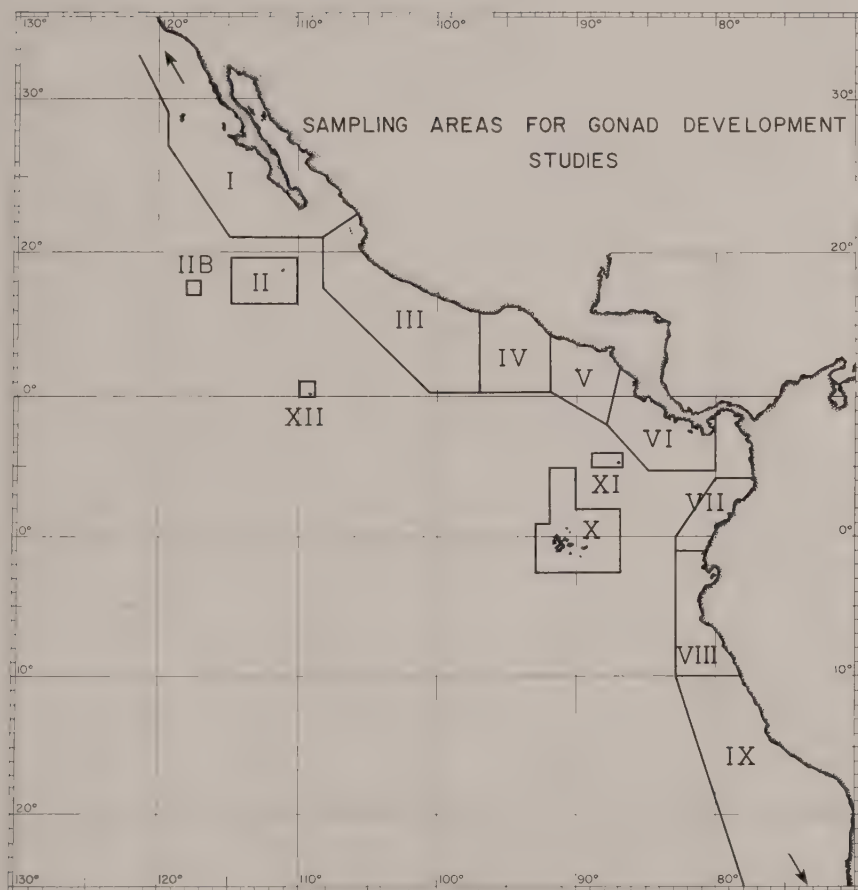


Figure 1. Sampling areas used in yellowfin and skipjack gonad development studies.

Figura 1. Areas de muestreo usadas en los estudios sobre el desarrollo de las gónadas de los atunes aleta amarilla y barriletes.

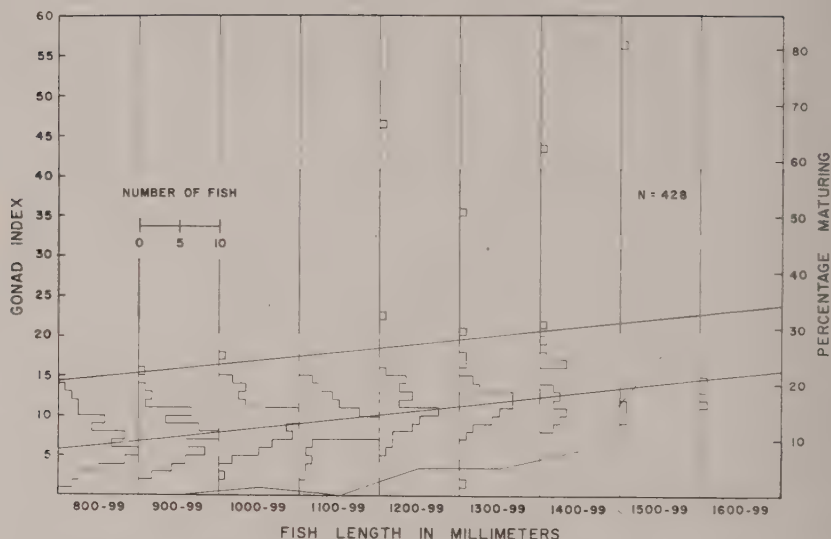


Figure 2. Relationship between total length of yellowfin tuna and gonad index for Area II, first quarter, 1954-1957. The upper line is the minimal gonad index level at which ovaries are considered to be maturing. The middle line indicates the best fit for the data and lower line the percentage of maturing ovaries.

Figura 2. Relación entre la longitud total de los atunes aleta amarilla y el índice de gónadas, Área II, primer trimestre, 1954-1957. La línea superior indica el nivel mínimo del índice de gónadas al cual se considera que los ovarios están en maduración. La línea media indica el mejor ajuste para los datos, y la línea inferior el porcentaje de ovarios en maduración.

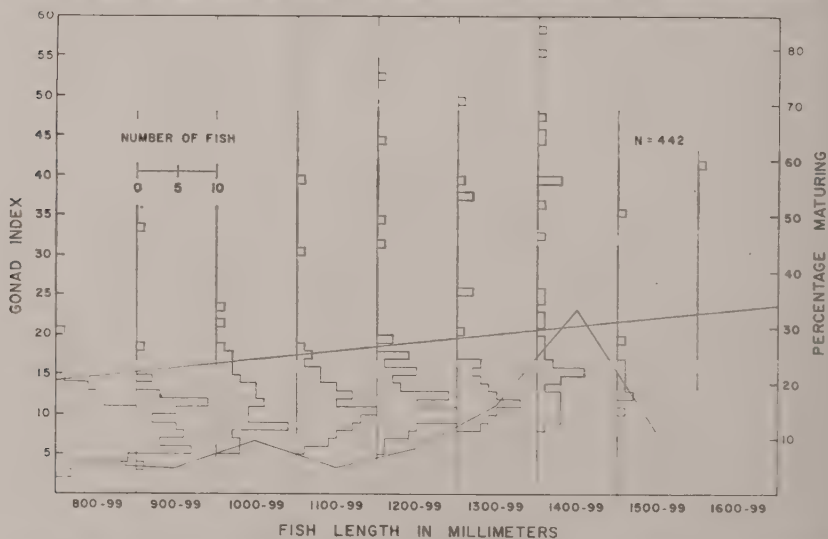


Figure 3. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area II, second quarter, 1954-1957.

Figura 3. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Área II, segundo trimestre, 1954-1957.

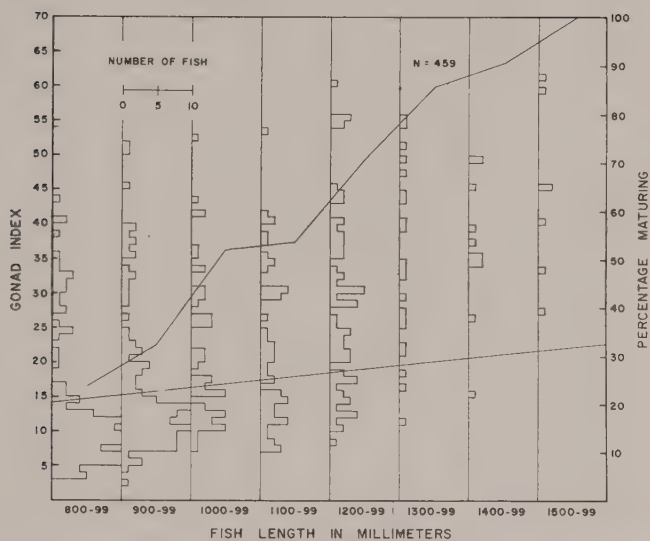


Figure 4. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area II, third quarter, 1954-1957.

Figura 4 .Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area II, tercer trimestre, 1954-1957.

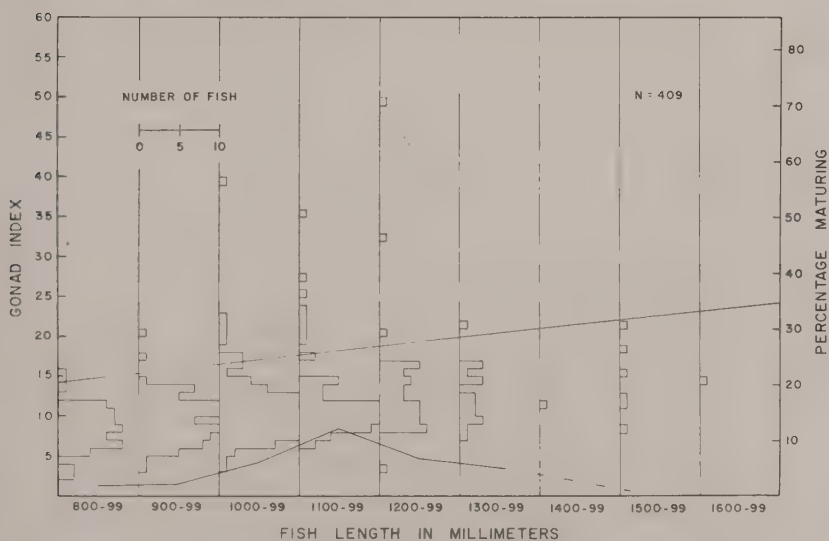


Figure 5. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area II, fourth quarter, 1954-1957.

Figura 5. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area II, cuarto trimestre, 1954-1957.

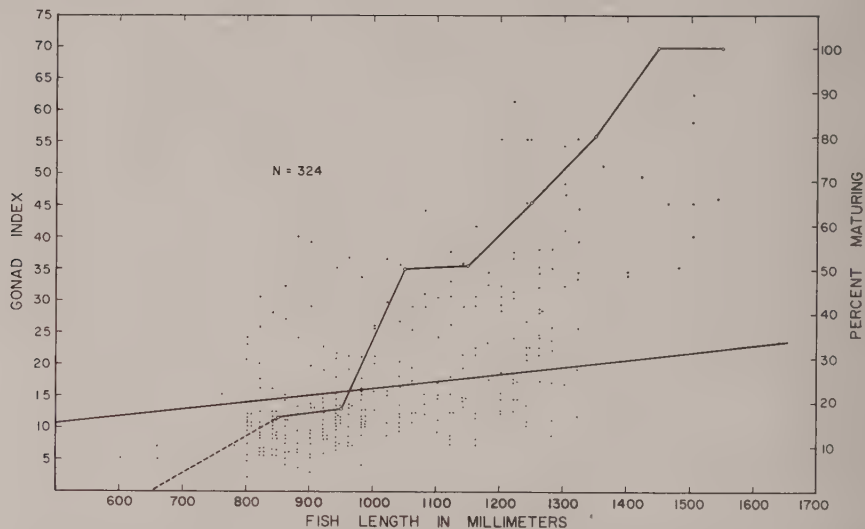


Figure 6. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries for yellowfin tuna from Area II, collected during July, August and September, 1954-1956.

Figura 6. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla del Area II, recolectados durante julio, agosto y septiembre, 1954-1956.

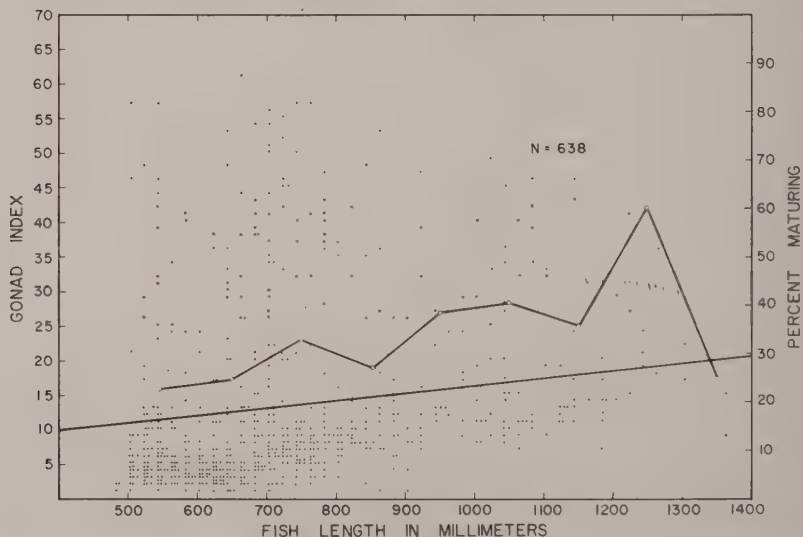


Figure 7. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries for yellowfin tuna from Areas IV, V and VI, collected October through April during years 1953-1955.

Figura 7. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla de las Areas IV, V y VI, recolectados de octubre a abril durante los años 1953-1955.

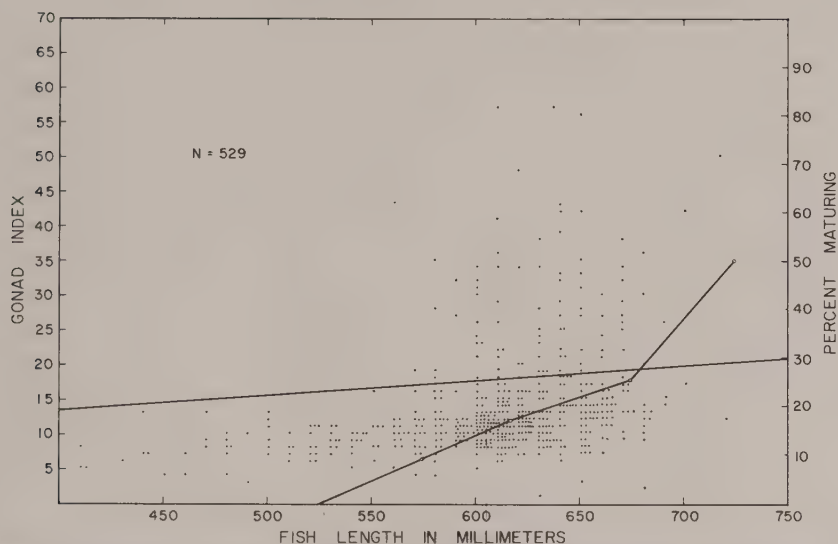


Figure 8. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries for skipjack tuna from Area II, collected December 1953 - December 1954 and June 1955 - October 1955.

Figura 8. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes del Area II, recolectados de diciembre de 1953 a diciembre de 1954 y de junio de 1955 a octubre de 1955.

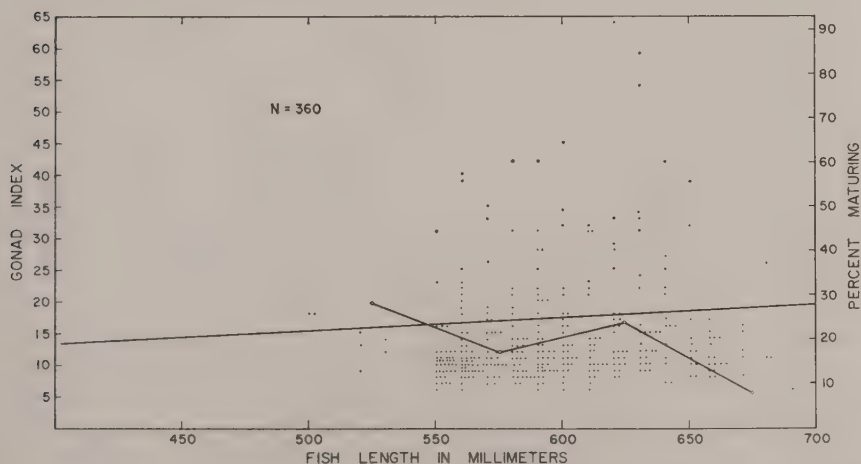


Figure 9. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries for skipjack tuna from Areas X and XI, collected December through April, 1955-1959.

Figura 9. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes de las Areas X y XI, recolectados de diciembre a abril, 1955-1959.

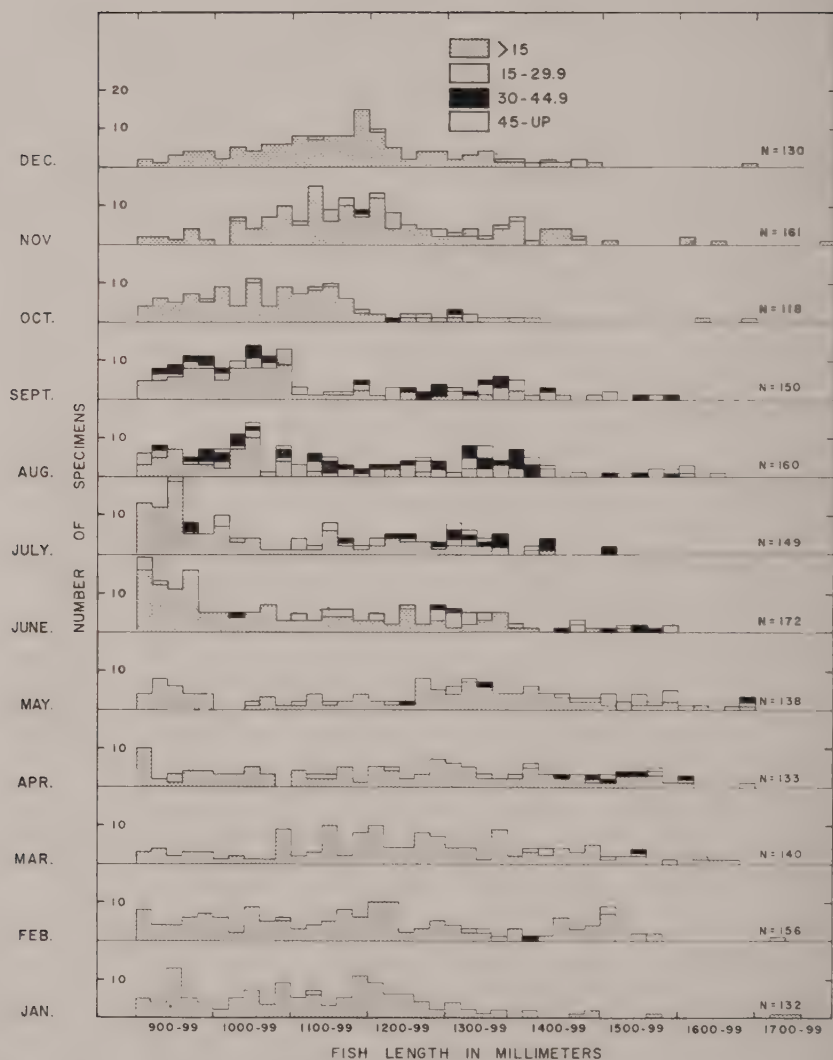


Figure 10. Frequency of occurrence, by month, by total length of four gonad index categories for yellowfin tuna from Area II, 1954-1957.

Figura 10. Frecuencia de la ocurrencia, por meses, por la longitud total de cuatro categorías de índices de gónadas de los atunes aleta amarilla del Area II, 1954-1957.

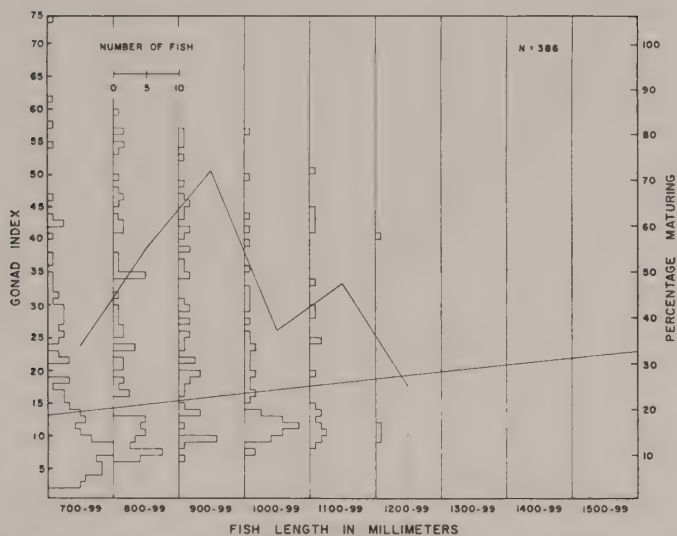


Figure 11. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area III, first quarter, 1956-1959.

Figura 11. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area III, tercer trimestre, 1956-1959.

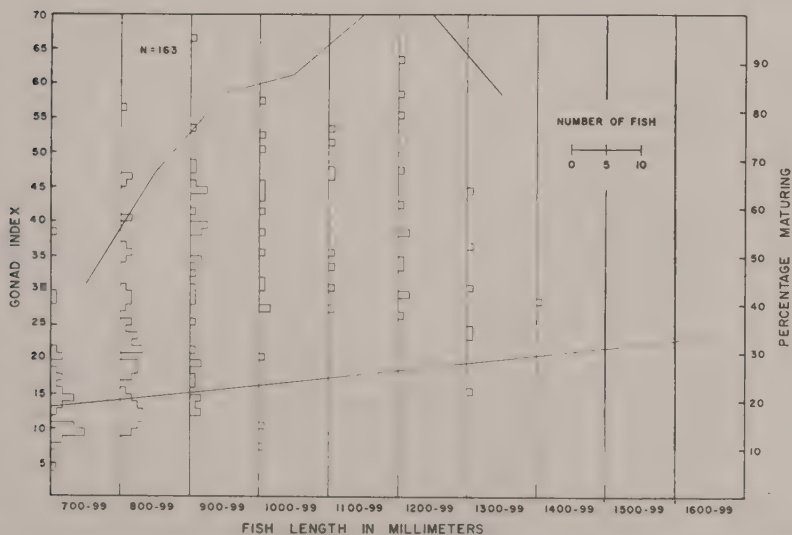


Figure 12. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area III, second quarter, 1956-1959.

Figura 12. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area III, segundo trimestre, 1956-1959.

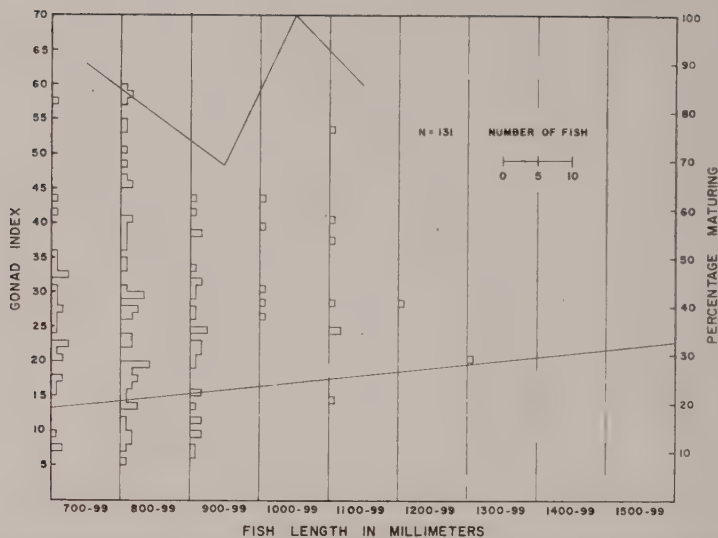


Figure 13. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area II, third quarter, 1956-1958.

Figura 13. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleja amarilla, Area III, tercer trimestre, 1956-1958.

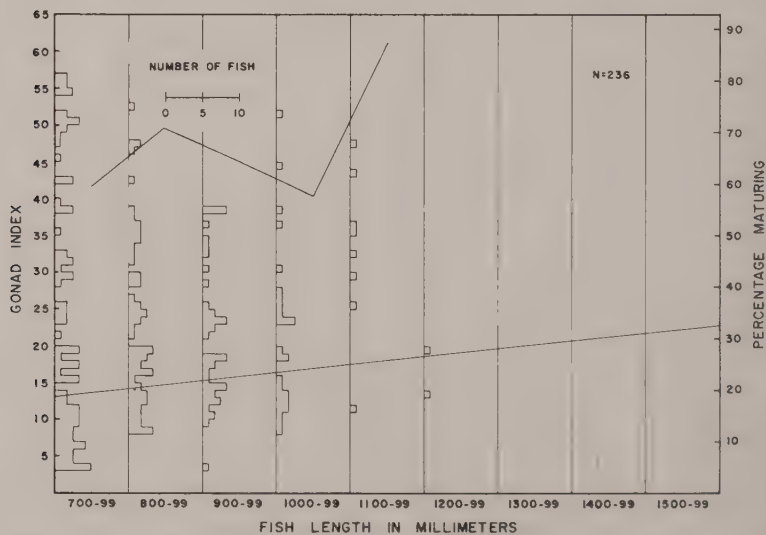


Figure 14. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area III, fourth quarter, 1956-1958.

Figura 14. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleja amarilla, Area III, cuarto trimestre, 1956-1958.

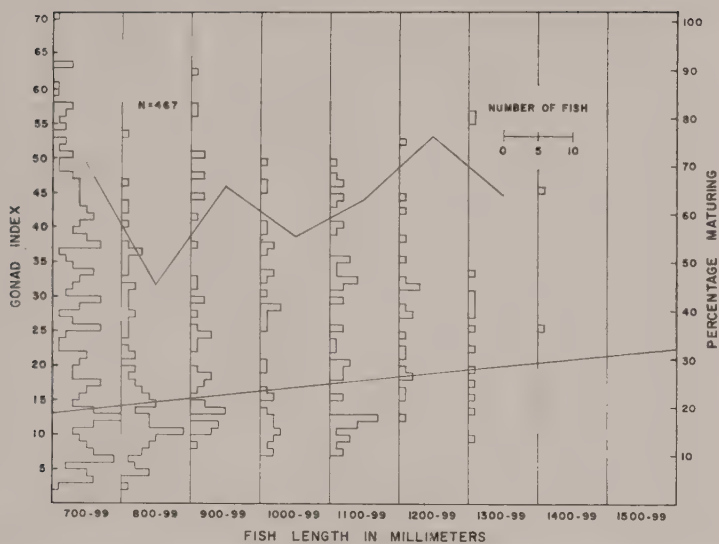


Figure 15. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VI, first quarter, 1954-1959.

Figura 15. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VI, primer trimestre, 1954-1959.

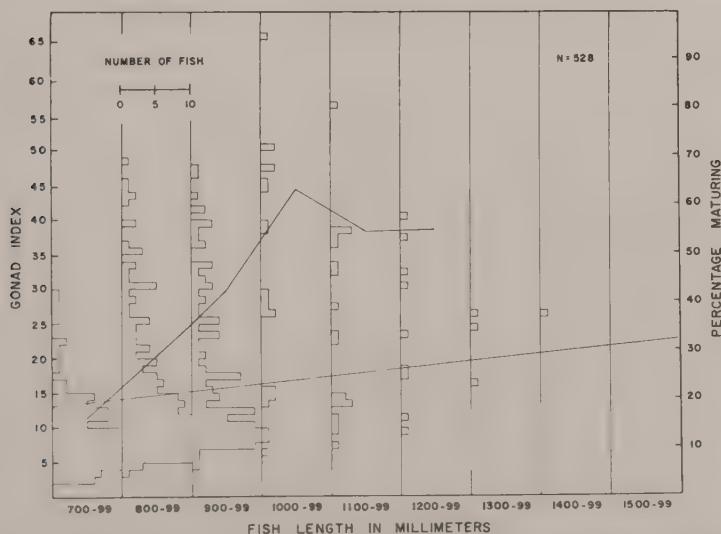


Figure 16. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VI, second quarter, 1954-1959.

Figura 16. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VI, segundo trimestre, 1954-1959.

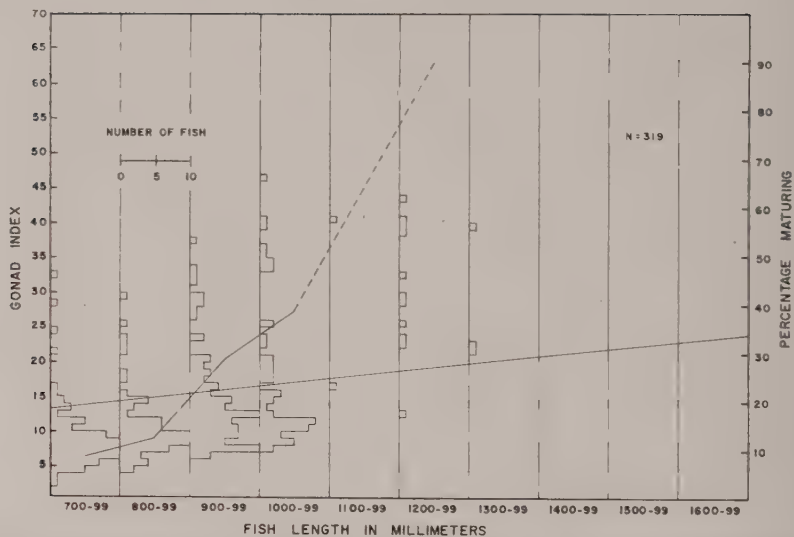


Figure 17. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VI, third quarter, 1954-1959.

Figura 17. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VI, tercer trimestre, 1954-1959.

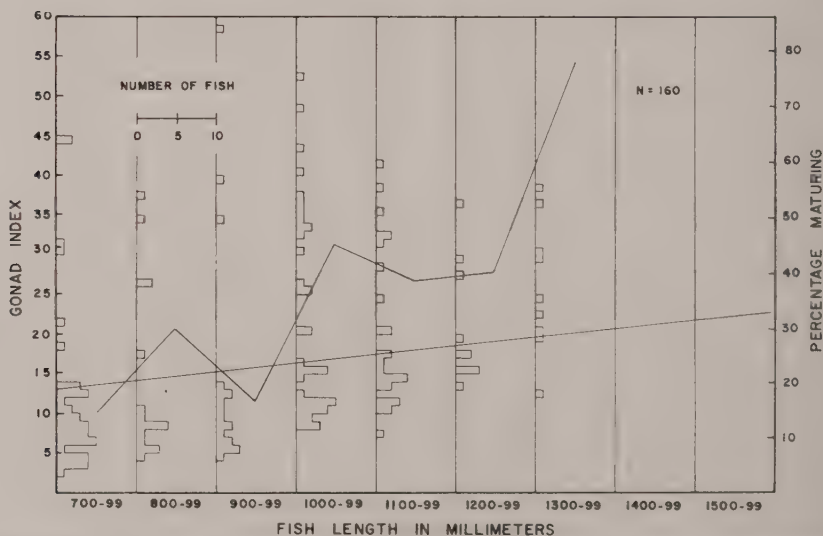


Figure 18. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VI, fourth quarter, 1953-1959.

Figura 18. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VI, cuarto trimestre, 1954-1959.

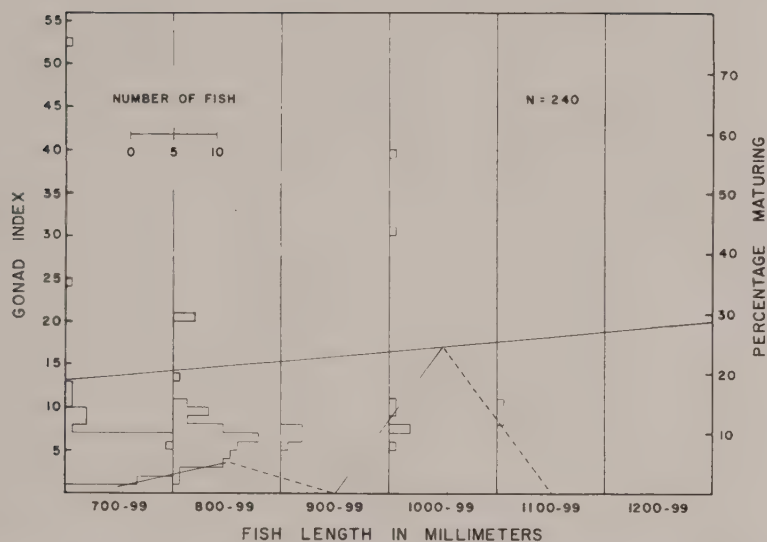


Figure 19. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VIII, first quarter, 1956-1959.

Figura 19. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VIII, primer trimestre, 1956-1959.

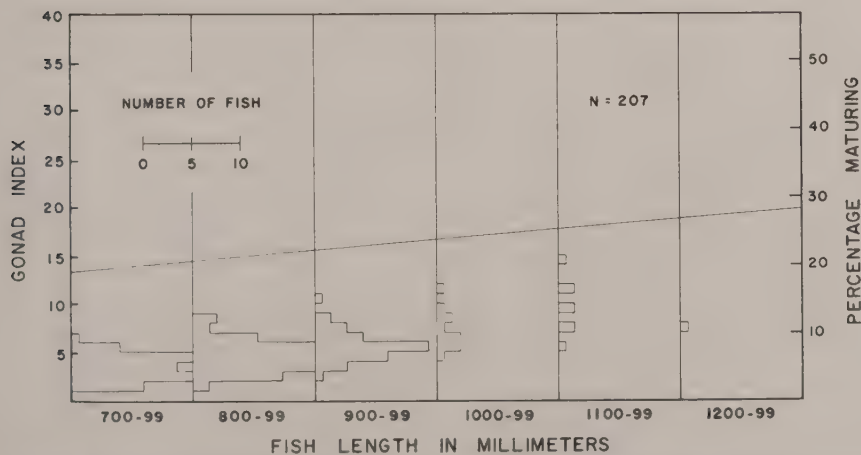


Figure 20. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VIII, second quarter, 1956-1959.

Figura 20. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VIII, segundo trimestre, 1956-1959.

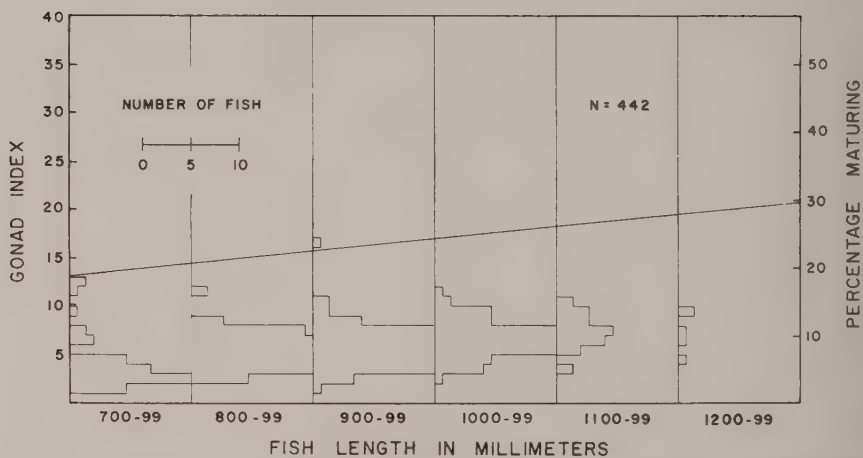


Figure 21. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VIII, third quarter, 1955-1959.

Figura 21. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VIII, tercer trimestre, 1955-1959.

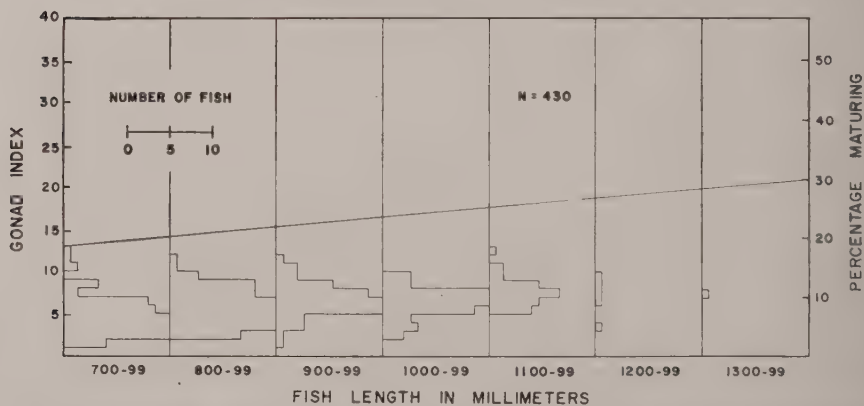


Figure 22. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from yellowfin tuna, Area VIII, fourth quarter, 1955-1959.

Figura 22. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los atunes aleta amarilla, Area VIII, cuarto trimestre, 1955-1959.

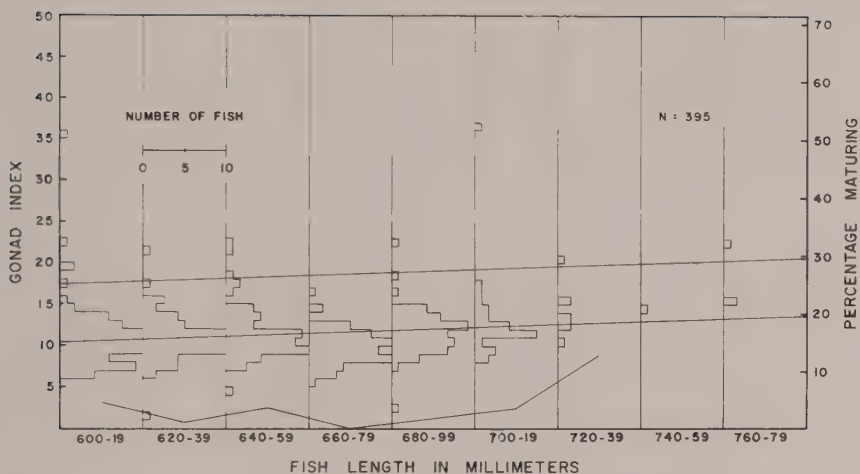


Figure 23. Relationship between total length of skipjack and gonad index for Area II, first quarter, 1954-1957. The upper line is the minimal gonad index level at which ovaries are considered to be maturing. The middle line indicates the best fit for the data and the lower line the percentage of maturing ovaries.

Figura 23. Relación entre la longitud total de los barriletes y el índice de gónadas, Area II, primer trimestre, 1954-1957. La línea superior indica el nivel mínimo del índice de gónadas al cual se considera que los ovarios están en maduración. La línea media indica el mejor ajuste para los datos, y la línea inferior el porcentaje de ovarios en maduración.

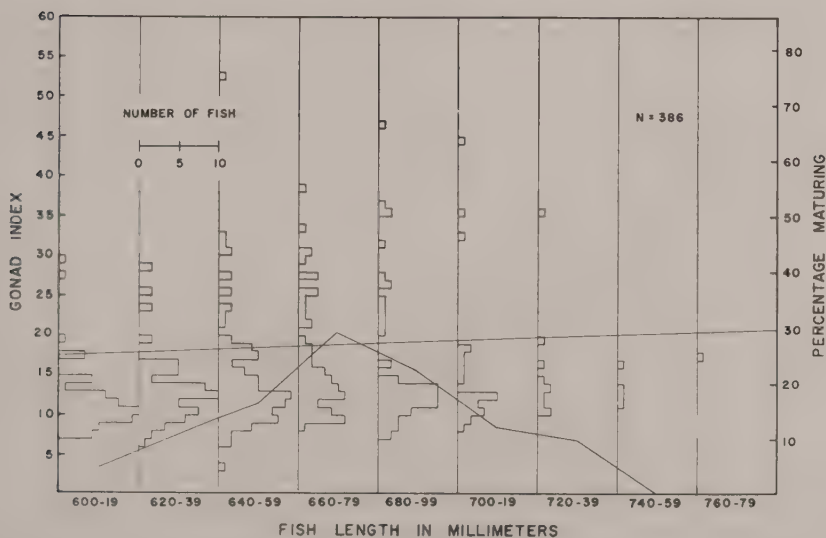


Figure 24. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from skipjack tuna, Area II, second quarter, 1954-1957.

Figura 24. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes, Area II, segundo trimestre, 1954-1957.

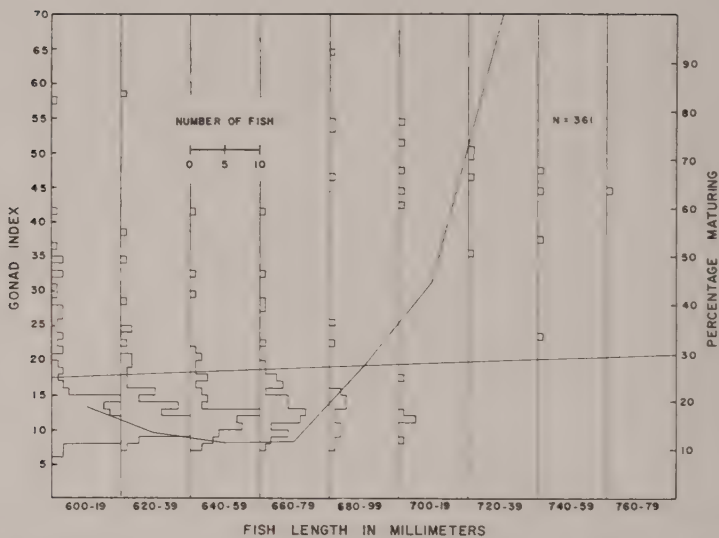


Figure 25. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from skipjack tuna, Area II, third quarter, 1954-1957.

Figura 25. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes, Area II, tercer trimestre, 1954-1957.

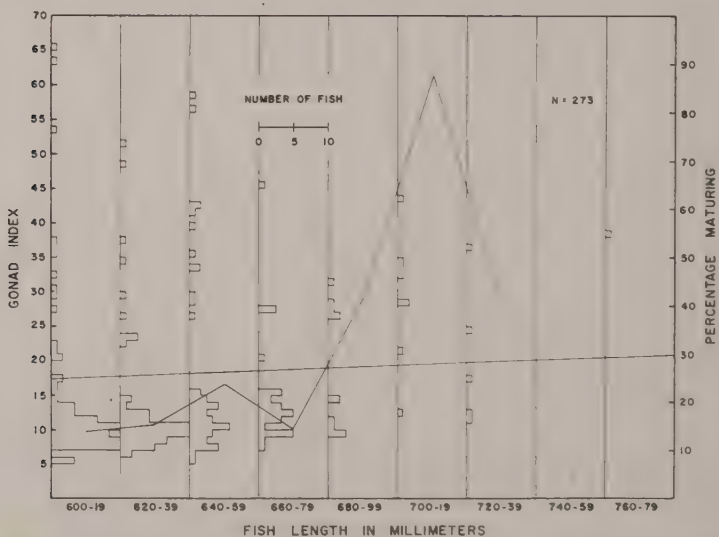


Figure 26. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from skipjack tuna, Area II, fourth quarter, 1954-1957.

Figura 26. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes, Area II, cuarto trimestre, 1954-1957.

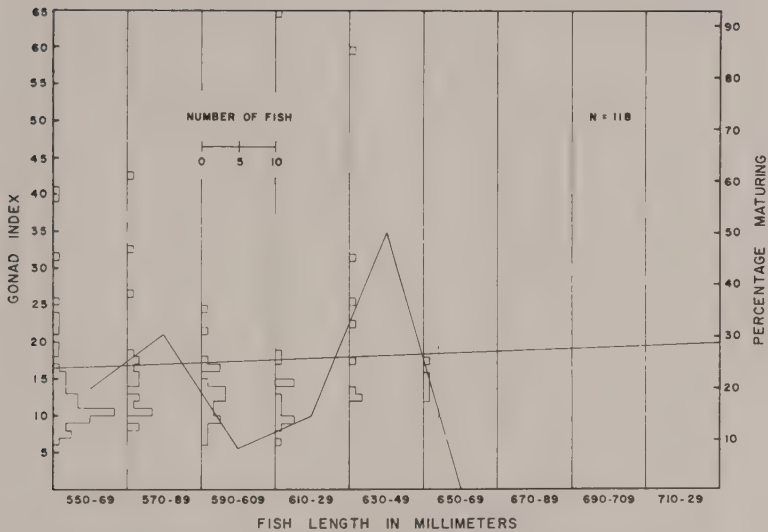


Figure 27. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from skipjack tuna, Area X, first quarter, 1956-1959.

Figura 27. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes, Area X, primer trimestre, 1956-1959.

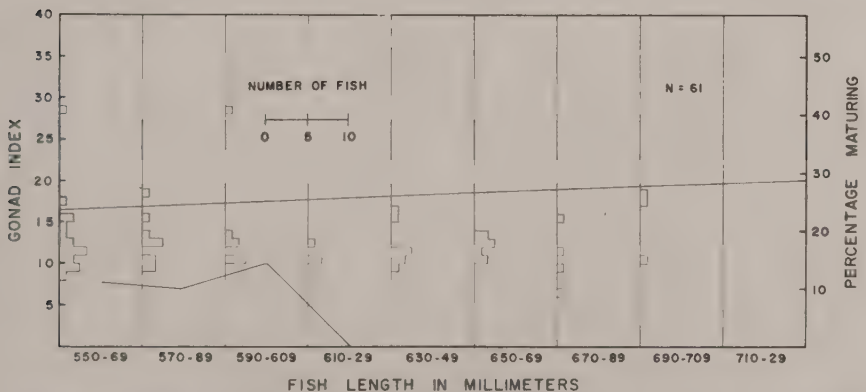


Figure 28. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from skipjack tuna, Area X, second quarter, 1956-1958.

Figura 28. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes, Area X, segundo trimestre, 1956-1958.

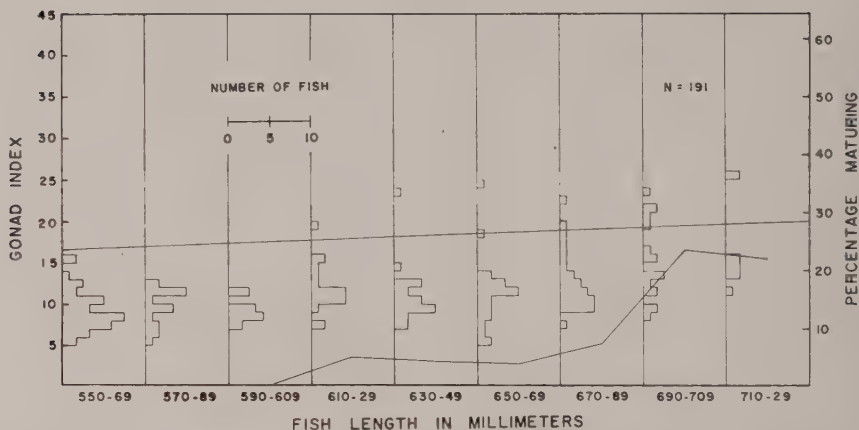


Figure 29. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from skipjack tuna, Area X, third quarter, 1956-1958.

Figura 29. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes, Area X, tercer trimestre, 1956-1958.

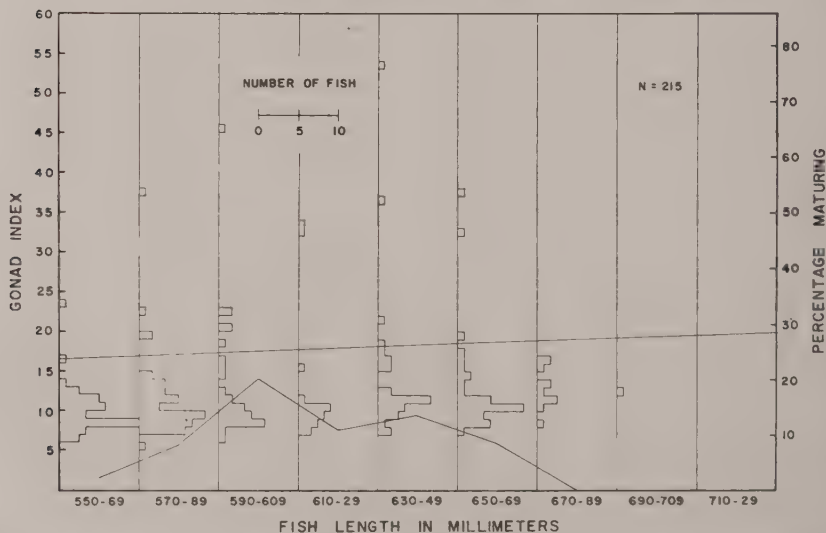


Figure 30. Relationship between total length and gonad index and total length and percentage of maturing ovaries from skipjack tuna, Area X, fourth quarter, 1955-1958.

Figura 30. Relación entre la longitud total y el índice de gónadas y la longitud total y el porcentaje de ovarios en maduración de los barriletes, Area X, cuarto trimestre, 1955-1958.

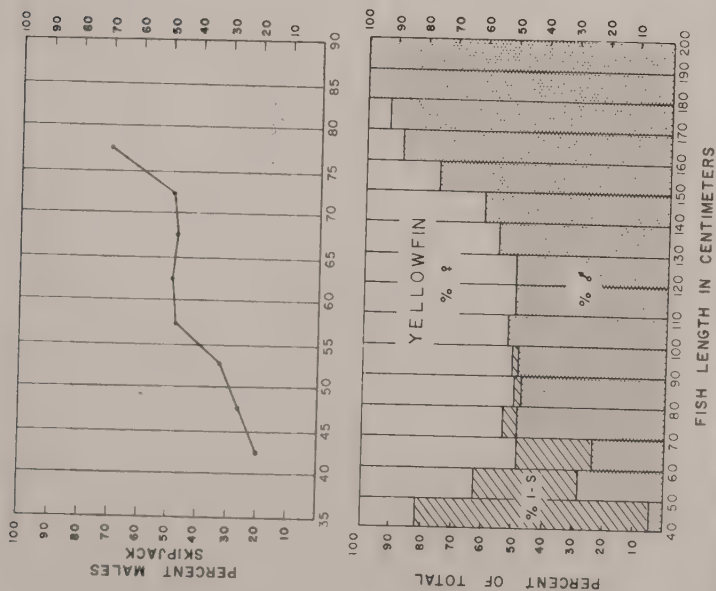


Figure 31. Lower panel, percentage of males, females and fish of undetermined sex, by size class, for skipjack tuna, all areas and all years combined. Upper panel, percentage of males among specimens for which sex was determined.

Figura 31. Recuadro inferior: porcentaje de machos, hembras y de pescados de sexo no determinado, por clases de tamaños, correspondiente a los atunes aleta amarilla de todas las áreas y de todos los años combinados. Recuadro superior: porcentaje de machos entre los especímenes en los que el sexo fué determinado.

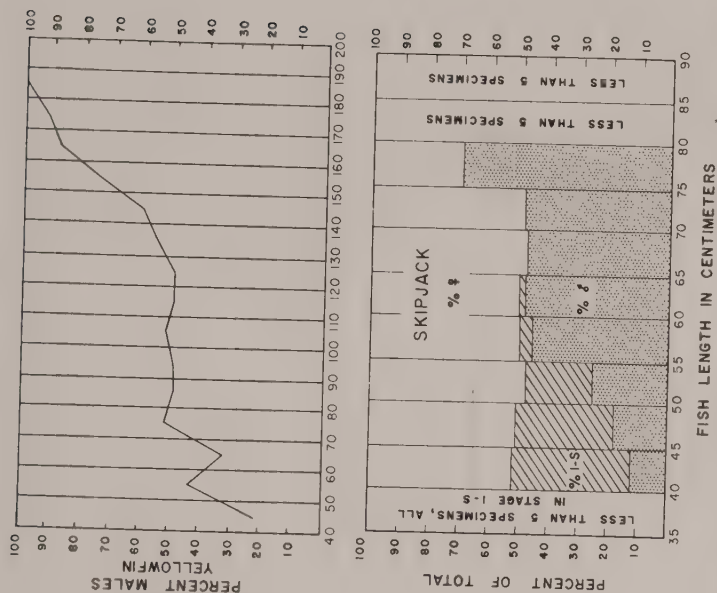


Figure 32. Lower panel, percentage of males, females and fish of undetermined sex, by size class, for yellowfin tuna, all areas and all years combined. Upper panel, percentage of males among specimens for which sex was determined.

Figura 32. Recuadro inferior: porcentaje de machos, hembras y de pescados de sexo no determinado, por clases de tamaños, correspondiente a los barriletes de todas las áreas y de todos los años combinados. Recuadro superior: porcentaje de machos entre los especímenes en los que el sexo fué determinado.

TABLE 1. Frequency of yellowfin tuna in four categories of gonad index, by three categories of gross stages of ovary development, by month of capture, from 13 areas.

TABLA 1. Frecuencia de los atunes aleta amarilla de 13 áreas, por mes de captura, en cuatro categorías del índice de gónadas, por tres categorías del estado de desarrollo de los ovarios según el examen macroscópico.

Gonad index	< 15.1			15.1-30.0			30.1-45.0			> 45.0			
Gross stage	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	Total
AREA I													
Jan.													.....
Feb.													.....
March	57												57
April	28			2									30
May	23			2									25
June	36						1						37
July	74			1									75
Aug.	57			6									63
Sept.	94			11			4			1			110
Oct.	86			2									88
Nov.	35												35
Dec.	51			2									53
AREA II													
Jan.	118		13	1									132
Feb.	143		4	6		1			1			1	156
March	124		8	4		2	1			1			140
April	101		14	9		1	5		2	1		1	134
May	97		13	10		14	1		2	1			138
June	118		15	19		19	4		4	2			171
July	87		13	13		12	4		13				149
Aug.	43		7	22	2	23	6	2	4	32	4	4	160
Sept.	59		25	11		37	12		1	13			158
Oct.	72		33	3		8		1					118
Nov.	91		45	8		15						1	161
Dec.	99		25	2		4			1				130
AREA III													
Jan.	79		5	19		15	2		9			3	132
Feb.	49		6	11		22	4		17			6	115
March	63		11	15	1	10	3		18	3		15	139
April	11		3	6	1	9	2		5			3	40
May	12		4	11		10	4		17	1		10	69
June	11		6	5		14	3		8			7	54
July	7		4	13		29	5		18			3	79
Aug.	8		2	10		12	4		6	2		8	52
Sept.													0
Oct.	11		8	7		14			1				41
Nov.	16		8	12(5)*	1	15	4(12)*		10	(10)*		2	95
Dec.	36		4	22	1	9	2		14	5		7	100
AREA IV													
Jan.	31		2	8		8	2		7			1	59
Feb.	86		5	2		14	2		7			3	119
March	94		1	6		2	1		2	1			107
April	34		6	3		6							49
May	83		6	4		8	2		2				105
June	24		2	3		9	2		7			2	49
July	6			2		4	1		3				16
Aug.													.....
Sept.	19		1			1							20
Oct.	27												28
Nov.	1		1			2							4
Dec.													.....
AREA V													
Jan.	71		1	2									74
Feb.	26			2									28
March	84					1							85
April	86		6				1		3				98
May	97		2	5	1	10		1	9			1	126
June	62		7	5		9			1			1	85
July													.....
Aug.													1
Sept.	39					1							39
Oct.	31		1										32
Nov.	4			3			1						8
Dec.	4					1							5

TABLE 1, (Cont.)

Gonad index	<15.1			15.1-30.0			30.1-45.0			>45.0			
Gross stage	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	Total
AREA VI													
Jan.	18		8	14		17	8	1	21	4		6	97
Feb.	68		15	40		32	22		38	8		26	249
March	48		3	9		28	5		20	2		6	121
April	82		14	21		17	12		21	1		7	175
May	173		14	23		17	3		6	1		1	238
June	61		9	24		8	5		7			1	115
July	97		17	13	1	8	4		5	2			147
Aug.	81		7	10		5	2		3				108
Sept.	24		12	7		16	3		2				64
Oct.	42		12	5		10	1		2				72
Nov.	7		1										8
Dec.	30		1	8		13	8		17	1		2	80
AREA VII													
Jan.	7			6	2	4	2		10	1		2	34
Feb.	15												15
March	10		1	1		5			3			1	21
April	15		6	2		12			4				39
May	15		7	1		2							25
June	16		1	1		1	1						20
July	39		1	2									42
Aug.	59	1	6	2		1	1		1				71
Sept.													.....
Oct.													.....
Nov.													.....
Dec.	22			2		1							25
AREA VIII													
Jan.	83			1									84
Feb.	47		1			1			1				50
March	102		1	1			1			1			106
April	52		1										93
May	66		1										67
June	47												47
July	140		2			1							143
Aug.	177		2										179
Sept.	121												121
Oct.	198												198
Nov.	166		1										167
Dec.	65												65
AREA IX													
No females above 70 cm.													
Ninguna hembra de más de 70 cm.													
AREA X													
Jan.	17		1	2		1	1		2	1		1	26
Feb.	55		4	4		7							70
March	21					1			1				23
April													.....
May	31												31
June	31												31
July	28												28
Aug.	64												64
Sept.	71		3			2	1		1				78
Oct.	70		3										73
Nov.	60		2										62
Dec.	26		1	4									31
AREA XI													
Jan.	2						1						3
Feb.	1			1		2			4			6	14
March													.....
April	15			7		2			3			3	30
May													.....
June	8			1		1							10
July													.....
Aug.													.....
Sept.	3												3
Oct.													.....
Nov.													.....
Dec.	12			4			2						18

TABLE 1, (Cont.)

Gonad index	< 15.1			15.1-30.0			30.1-45.0			> 45.0			
Gross stage	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	1-4	5-A	5-B	Total
AREA XII													
Jan.	18		5			2							25
Feb.	44		1	6		5	1			10		2	69
March			1	4		6	6			15		4	37
April	10			3							1		15
May	7			4							2		11
June	3		2	2		10	1			1			19
July													
Aug.	7		1	6		10	1						25
Sept.													
Oct.							1						1
Nov.	52		21	13	3	17	2			3		1	112
Dec.	29		9	6		2					1		47
AREA II-B													
Jan.	25		3	1									29
Feb.	24					1							25
March	3			1									4
April	37		8	3		3							51
May	52		10	2		9							73
June													
July													
Aug.			1		1	3	3	3	12	3	9	6	41
Sept.													
Oct.	6	1	5	6	1	4	1		1				25
Nov.	29		5										34
Dec.	9		1										10

* Gross stage of development not determined.

* Estado de desarrollo no determinado por el examen macroscópico.

TABLE 3. Percentage of yellowfin with maturing ovaries by quarter, by size groups, and the percentage of females with gonad indices 45 and over, for five selected areas.

TABLA 3. Porcentaje de los atunes aleta amarilla con ovarios en maduración, por trimestre, por grupos de tamaños, y porcentaje de hembras con índices de gónadas de 45 y más, correspondiente a cinco áreas seleccionadas.

Percentage maturing — Porcentaje madurado						Percentage with indices 45 and above Porcentaje con índices de 45 y más				
Size Tamaño	Quarter - Trimestre					Quarter - Trimestre				
	1	2	3	4	Mean Promedio	1	2	3	4	Mean Promedio
AREA II										
800-999	0.0	5.1	27.8	2.1	8.7	0.0	0.0	1.2	0.0	0.3
1000-1199	0.6	6.8	52.9	8.1	17.1	0.0	0.0	1.9	0.0	0.5
1200-1399	4.8	11.3	74.2	6.5	24.2	1.2	1.7	12.9	1.6	4.3
1400 and longer	9.7	30.8	94.0	0.0	33.7	3.2	7.7	38.9	0.0	12.5
AREA III										
700-899	41.8	59.6	82.9	63.9	62.1	6.6	4.5	13.6	13.9	9.7
900-1099	54.0	85.1	73.5	61.8	68.6	7.1	19.1	0.0	1.5	6.9
1100-1299	44.4	100.0	87.5	80.0	78.0	3.7	40.0	12.5	10.0	16.5
1300 and longer	b	85.7	100.0 ^a	b	c	b	0.0	0.0 ^a	b	c
AREA VI										
700-899	63.9	24.6	10.7	18.6	29.5	11.8	0.6	0.0	0.0	3.1
900-1099	61.3	46.1	32.6	35.7	43.9	12.5	5.7	0.7	5.4	6.1
1100-1299	66.7	55.2	84.6	38.9	61.3	6.7	3.4	0.0	0.0	2.5
1300 and longer	68.7	75.0	100.0 ^a	77.8	80.4	18.7	0.0	0.0 ^a	0.0	4.7
AREA VIII										
700-899	2.3	0.0	0.0	0.0	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1
900-1099	13.3	0.0	0.4	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100-1299	0.0 ^a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 ^a	0.0	0.0	0.0	0.0
1300 and longer	b	b	b	0.0 ^a	c	b	b	b	0.0 ^a	c
AREA X										
700-899	11.6	0.0	0.0	1.1	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
900-1099	31.6	0.0	2.4	4.3	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1100-1299	100.0	b	20.0	0.0	c	60.0	b	0.0	0.0	c
1300 and longer	b	b	b	0.0 ^a	c	b	b	b	0.0 ^a	c

a = Less than four females in size class
Menos de cuatro hembras en la clase de tamaño

b = No females in size class
Ninguna hembra en la clase de tamaño

c = All quarters not represented
No todos los trimestres están representados

TABLE 4. Percentage of skipjack with maturing ovaries by quarter, by size groups, and the percentage of females with gonad indices 45 and over, for four selected areas.

TABLA 4. Porcentaje de los barriletes con ovarios en maduración, por trimestre, por grupos de tamaños, y porcentaje de hembras con índices de gónadas de 45 y más, correspondiente a cuatro áreas seleccionadas.

Percentage maturing — Porcentaje madurado						Percentage with indices 45 and above Porcentaje con índices de 45 y más				
Size Tamaño	Quarter - Trimestre					Quarter - Trimestre				
	1	2	3	4	Mean Promedio	1	2	3	4	Mean Promedio
AREA II										
600-639	2.1	8.0	16.7	14.7	10.6	0.0	0.0	0.9	3.1	1.0
640-679	1.6	21.1	11.8	20.2	13.7	0.0	0.7	0.0	3.6	1.1
680-719	2.3	19.3	33.3	60.0	28.7	0.0	1.2	21.2	0.0	5.6
720 and longer	16.7	6.7	100.0	50.0	43.3	0.0	0.0	44.4	0.0	11.1
AREAS IV, V & VI										
550-589	2.5	0.5	0.0	2.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
590-629	5.5	3.3	0.0	3.5	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
630-669	4.5	5.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
670 and longer	0.0	0.0	b	b	c	0.0	0.0	b	b	c
AREAS VII & VIII										
550-589	0.8	0.5	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
590-629	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
630-669	0.0	0.0	0.0	11.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
670 and longer	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0
AREA X										
550-589	22.7	10.7	0.0	5.5	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
590-629	10.3	10.0	3.0	16.7	10.0	3.4	0.0	0.0	2.1	1.4
630-669	30.8	0.0	4.3	7.8	10.7	7.7	0.0	0.0	0.0	1.9
670 and longer	b	0.0	15.1	0.0	c	b	0.0	0.0	0.0	c

a = Less than four females in size class
Menos de cuatro hembras en la clase de tamaño

b = No females in size class
Ninguna hembra en la clase de tamaño

c = All quarters not represented
No todos los trimestres están representados

DESOVE DE LOS ATUNES ALETA AMARILLA Y BARRILETE EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL, SEGUN LOS ESTUDIOS DEL DESARROLLO DE LAS GONADAS

por

Craig J. Orange

INTRODUCCION

El conocimiento de la historia natural de los atunes aleta amarilla (*Neothunnus macropterus*) y barriletes (*Katsuwonus pelamis*) en el Océano Pacifico Oriental Tropical es objeto de la atención de la Comisión Interamericana del Atún Tropical que se dedica a compilar información al respecto y a informar sobre los resultados de sus investigaciones. Un aspecto importante de este estudio es la determinación de las épocas y áreas de desove de ambas especies en la región explotada por los barcos pesqueros comerciales o en sus inmediaciones.

Después del informe preliminar de Schaefer y Orange (1956) sobre el desove de los atunes en el Pacífico Oriental Tropical, inferido de los estudios sobre el desarrollo de las gónadas, varios científicos han informado también sobre el desove de los atunes en otras partes del Océano Pacifico. Buñag (1956) informó haber encontrado atunes aleta amarilla, procedentes de las aguas que rodean las Islas Filipinas, con ovarios sumamente crecidos que él juzgó estaban en condiciones de desovar muy pronto y algunos especímenes que tenían ovarios con remanentes de ovas maduras en proceso de reabsorción. Yuen y June (1957) hallaron atunes aleta amarilla sexualmente activos entre los 115° W. a los 180° . de longitud y desde aproximadamente los 10° N. hasta los 8° S. de latitud. Todas las hembras examinadas con una longitud total de menos de 70 cm. estaban en la condición de inmaduras; alrededor del 10 por ciento de las hembras de 70 a 109 cm. y de 47 a 66 por ciento de las hembras de 120 a 159 cm. estaban maduras sexualmente.

Matsumoto (1958) encontró tanto larvas de *N. macropterus* como de *K. pelamis* en todas las latitudes en que se capturaron adultos desde los 14.5° S. a los 25° N. de latitud y desde los 120° W. a los 180° de longitud. Este científico cree que el periodo máximo durante el cual las ovas fertilizadas permanecen en el agua no sobrepasa los cuatro días y que la máxima deriva de estas ovas no sería más de 150 millas. Matsumoto afirmó que estaba en condiciones de indentificar las larvas de atunes aleta amarilla de hasta 3.9 mm. de longitud total, y debido a la distribución de estas larvas dentro de una región muy extensa sugirió que los adultos desovan en una gran parte del Pacifico Central.

Matsumoto (1958) encontró larvas de barriletes de 3.7 mm. de longitud, que consideró eran alrededor de un milímetro más grandes que las larvas recién nacidas; sugirió que el área de recolección de estas larvas

estaba muy cerca a, o era la zona de desove. Se capturaron larvas de barriletes desde los 25° N. hasta los 14.5° S. de latitud y desde los 120° W. hasta los 180° de longitud, lo que hizo creer a este científico, debido a una relación de adultos-larvas, que las larvas podrían ser halladas también entre los 180° de longitud y la costa asiática. Austin *et al.*, en prensa, informan que un desove extenso de barrilete tiene lugar en las vecindades de las Islas Marquesas. Esto fué evidente por la presencia regular de larvas de barrilete en las muestras de plancton y por haberse hallado varias hembras en estados avanzados de madurez sexual, particularmente una con unas pocas ovas completamente maduras que aún estaban en el lumen del ovario.

Numerosos juveniles de atunes aleta amarilla y dos muy pequeños de barriletes de aguas de frente a la América Central fueron recolectados en 1947 (Schaefer y Marr, 1948; Schaefer, 1948). Mead (1951) también capturó atunes aleta amarilla en estados postlarvales frente a Centroamérica. Durante los últimos tres años se han hecho recolecciones de atunes aleta amarilla larvales y juveniles por medio de arrastres de plancton en el Pacífico Oriental en el área del mar frente al sur de Baja California hasta Cabo Pasado, Ecuador, habiéndose también capturado muchas larvas de la misma especie en aguas frente a la Costa sur de México y a la América Central. Próximamente, en otro *Boletín* de la Comisión Interamericana del Atún Tropical serán publicados los resultados detallados de estas recolecciones.

Estudios anteriores han demostrado que los atunes aleta amarilla y barriletes desovan dentro de la región explotada por la flota pesquera comercial en el Pacífico Oriental; sin embargo, los patrones estacionales, tamaños al primer desove, áreas de desove concentrado y las de poco o ningún desove no han estado bien documentados. El estudio de Schaefer y Orange (1956) tuvo dos objetivos principales; el primero fué investigar el desove de los atunes aleta amarilla y barriletes en tres áreas por medio de inferencias basadas en el desarrollo de las gónadas, y el segundo objetivo fué el de investigar los métodos para determinar rápida y objetivamente el estado de madurez de las gónadas de estas especies, a fin de obtener una base para investigaciones más extensas y eficientes en éstas y en otras áreas del Pacífico Oriental Tropical.

Estos estudios se basaron en el examen (en el curso del año) de los ovarios de atunes de ambas especies de las pescas comerciales en tres áreas: las vecindades de las Islas Revillagigedo, el área del mar frente a Baja California, y el área del mar frente a la América Central. Se estimó la distribución estacional del desove de los atunes aleta amarilla cerca de las lejanas Islas Revillagigedo y en las áreas centroamericanas, e indicó que se opera poco desove frente a Baja California; también indicó que podría haber un extenso desove de barriletes cerca de las antes mencionadas islas, pero que hay probablemente muy poco desove en las dos áreas más cercanas a la costa — frente a Baja California y frente a la América Central. El segundo objetivo, para determinar un método rápido y práctico

que permita estimar el grado de madurez sexual, fué también alcanzado bastante satisfactoriamente. Se demostró que podía obtenerse una estimación razonable y digna de confianza del grado de madurez sexual al comparar el peso de ambos ovarios con la longitud total de los peces, por medio del cálculo de un índice de madurez sexual relativa. El "Índice de Gónadas", que es el peso de los ovarios dividido por el cubo de la longitud del pez, fué usado para estimar el estado de desarrollo de los huevos ováricos. La utilidad de este índice fué estudiada mediante la comparación con la posición del 95 avo percentil de la distribución de frecuencias de los diámetros de las ovas de más de 0.083 mm. Comparando la posición del 95 avo percentil de los diámetros de las ovas con el índice de gónadas, el problema tridimensional de la longitud del pez, el peso de los ovarios y el tamaño de las ovas viene a ser entonces un problema bidimensional del tamaño de las ovas comparado con un número que representa el peso de los ovarios dividido por el peso del pez estimado por su longitud. Se observó una relación adecuada entre el índice de gónadas y la posición del 95 avo percentil del diámetro de las ovas, a pesar de que el error estándar de estimación era bastante grande.

Debe anotarse que la inferencia de la localización de las áreas de desove a base de la presencia de atunes hembras con ovarios en estado de avanzada madurez depende de la suposición de que cada pez desova en las inmediaciones del lugar de su captura. Como los atunes nadan rápidamente, tal suposición no es válida, en modo alguno, *a priori*. Sin embargo, dos clases de evidencia indican que es probablemente válida para las especies tropicales en el Pacífico Oriental, especialmente para el átun aleta amarilla. Los resultados de la marcación y recobro de especímenes en muchas partes de esta región del Pacífico (de lo que se informará en otra sección) demuestran que, en efecto, son raros los movimientos migratorios rápidos y distantes. La distribución geográfica de las recolecciones de larvas de atunes aleta amarilla y de unos pocos barriletes (de lo que también se informará más adelante) confirma los resultados de las inferencias de estos estudios sobre los ovarios de los atunes.

MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Los especímenes para este estudio fueron obtenidos de los barcos rederos y de carnada dedicados a la pesca comercial de atunes, en el momento del desembarco en las plantas enlatadoras de Terminal Island o de San Diego, California, y algunos fueron también recolectados en Manta, Ecuador, y en Máncora, Perú. Antes de examinar cualquier pescado, se determinó la fecha exacta y el lugar de la captura; se midió la longitud total de los pescados (Marr y Schaefer, 1949), luego se abría la cavidad del cuerpo y, cuando fué posible, se determinó el sexo. Si el sexo no podía ser determinado por el examen macroscópico, se registraba la longitud total y el estado de desarrollo se anotaba como 1-S. Si el espécimen era un macho, solamente se anotaba la longitud total y el sexo; en cuanto a las hembras, además de registrar la longitud total, se removían los ovarios

para su examen posterior. Los ovarios se deshielaban cuando era necesario (los pescados llegan congelados a puerto), luego se pesaban al 0.1 gm. más cercano y después se procedía a su disección para el examen microscópico a fin de determinar si había remanentes de ovas maduras.

El muestreo se hizo en diversas áreas además de aquellas a las que se refirieron Schaefer y Orange en su estudio anterior. La región de pesca del Océano Pacífico Oriental Tropical fué dividida en 13 áreas, Figura 1, y de cada una de estas áreas se trató de recolectar hasta unas 50 hembras de cada especie (atunes aleta amarilla y barriletes) en cada mes. En cada una de dichas áreas no se pesca regularmente el año entero, de modo que el número total potencial de especímenes no pudo ser recolectado.

Un tamaño mínimo de los peces objeto de recolección, superior al tamaño mínimo general al primer desove, se estableció para cada área que debía ser muestreada; este tamaño mínimo se estableció de acuerdo con los resultados obtenidos por Schaefer y Orange. Para las Áreas I y II se estableció un tamaño de 80 cm. para el atún aleta amarilla y de 60 cm. para el barrilete; para los efectos de la recolección en el resto de las áreas se seleccionó 70 cm. y más para los atunes aleta amarilla y 55 cm. y más para los barriletes. Los ovarios recolectados fueron pesados y examinados para determinar si había remanentes de ovas maduras y también fueron asignados en forma general a determinado grado de desarrollo sexual, de acuerdo con el siguiente esquema:

- Estado 1-S: Las gónadas son pequeñas y tienen la apariencia de cintas; en este estado no es posible determinar el sexo por el examen macroscópico. Presumiblemente se trata de peces vírgenes que nunca han alcanzado la madurez sexual.
- Estado 1: Inmaduro; las gónadas son alargadas y delgadas, pero el sexo es determinable por el examen macroscópico.
- Estado 2: En maduración, las gónadas se han agrandado pero las ovas no son individualmente apreciables a simple vista.
- Estado 3: En maduración; las gónadas están agrandadas y turgentes; las ovas en desarrollo pueden apreciarse individualmente a simple vista.
- Estado 4: Maduro; los ovarios se han agrandado considerablemente; las ovas están translúcidas, se pueden desalojar fácilmente de los folículos, o están sueltas en el lumen del ovario; a menudo pueden ser extraídas por presión externa. Durante este estudio se encontraron muy pocos especímenes en este estado.
- Estado 5-A: Recientemente desovado; las gónadas son similares a las del Estado 3, pero tienen remanentes de ovas maduras que son redondas, no desinfladas, y el glóbulo de aceite puede o no estar roto. Los diámetros de las ovas son de 0.91 a 1.08 mm.

Estado 5-B: Después del desove; las gónadas son similares a las de los Estados 2 ó 3, pero tienen remanentes de ovas maduras en avanzadas condiciones de reabsorción; el corion está aplastado y el glóbulo de aceite se ha roto.

La utilidad de estos estados generales para indicar el grado de madurez sexual es limitada, debido al amplio margen del estado de desarrollo de los ovarios según el Estado 3. También los Estados 5-A y 5-B pueden representar hembras en diversas condiciones de desarrollo ovárico.

DISCUSION DEL USO DEL INDICE DE GONADAS

El índice de gónadas empleado en este estudio es una relación numérica entre el tamaño del pescado y el peso de ambos ovarios, que es proporcional al peso de los ovarios dividido por el peso del espécimen, si este peso es proporcional al cubo de su longitud; se define así:

$$G.I. = \frac{W}{L^3} \times 10^8$$

en donde G.I. = Índice de gónadas

W = Peso de ambos ovarios en gramos

L = Longitud total del pescado en milímetros

El grado de madurez sexual puede ser determinado por la medida del diámetro de las ovas a fin de establecer la posición del modo más maduro, como lo hizo Yuen (1955), o mediante el empleo de la posición de algún percentil de la distribución de los diámetros de las ovas para indicar el tamaño del modo más grande en el desarrollo de las ovas, como lo usaron Schaefer y Orange (1956). Otra manera de determinar la madurez de un ovario es la de medir el diámetro máximo de las ovas como lo usaron Buñag (1956) y Otsu y Uchida (1959). Estos dos últimos autores compararon el diámetro máximo de los huevos con el peso relativo de los ovarios (similar al índice de gónadas usado en este estudio) y hallaron una definida relación entre el grado de desarrollo de las gónadas, indicado por los diámetros más grandes de las ovas, y el peso relativo de los ovarios. Buñag no empleó un índice de gónadas; en su lugar trató de relacionar el peso de ambos ovarios directamente con el peso del pescado, pero esta comparación no le satisfizo lo suficiente como para garantizar su empleo. Sin embargo, calculando los índices de gónadas (X) para sus muestras de atunes aleta amarilla (según los datos publicados por este autor) y graficando éstos contra las medidas más grandes de los diámetros de las ovas (Y) se obtiene un ajuste razonable, siendo la línea de regresión $Y = 4.51 + .301X$.

El índice de gónadas usado en este estudio aparentemente no corrige por completo el efecto de la longitud de los peces sobre el tamaño de sus gónadas en el mismo estado de desarrollo de las ovas. En la Figura 2 puede verse que los ovarios que no están maduros o que se encuentran en

período de descanso tienen un promedio ligeramente más alto de índice de gónadas conforme aumenta el tamaño de los peces. La línea que separa las hembras clasificadas como inmaduras o en descanso de las que están madurando se calculó mediante el empleo de los datos del primer trimestre del Area II, Figura 2, ya que este trimestre es el único durante el cual la mayoría de las hembras procedentes de esta área de desove se encontraba inmaduras o en el estado de descanso. La línea media en esta figura es una línea de regresión del índice de gónadas sobre la longitud de los especímenes, basada en los datos de los índices de gónadas de 424 hembras que no se encontraban en estados avanzados de madurez sexual (esto excluye los cuatro índices superiores a 35). La línea superior está tres errores estándar (8.304 unidades del índice) sobre esta línea de regresión y se emplea para separar los índices de gónadas que se considera corresponden a ovarios no maduros o en descanso de aquellos que corresponden a ovarios en maduración. Todos los índices sobre la línea se considera que corresponden a gónadas en maduración y, debajo de la línea, a gónadas inmaduras o en descanso. La línea inferior de la Figura 6 indica (escala de la derecha) el porcentaje de ovarios en las clase en maduración, dentro de cada intervalo de 10 cm. de longitud de los peces. La dirección ascendente de la línea de regresión puede ser debida a la presencia de un mayor número de hembras no maduras en las clases de tamaño más pequeñas, ya que las clases de tamaño más grandes están constituidas predominantemente por hembras en estado de descanso, o bien a que las gónadas crecen proporcionalmente más rápido que el resto de pez, o a que el cubo de la longitud del pez no es proporcional a su peso. Chatwin (1959) calculó la relación longitud-peso del atún aleta amarilla de todas las áreas del Pacífico Oriental y encontró que el coeficiente de regresión era de 3.020 para los tamaños de los peces que tenían representación en sus muestras. Schaefer (1948) obtuvo un coeficiente de regresión de 2.95 para el atún aleta amarilla de hasta 157 cm. Ni el coeficiente de 3.02 ni el de 2.95 contarían para la dirección ascendente de la línea de regresión. Es probable que muchas de las hembras con una longitud de menos de 100 cm. estén inmaduras durante el primer trimestre del Area II, ya que la mayoría de estos peces son demasiado pequeños para haber alcanzado la madurez sexual en la época del desove anterior. La mayoría de las hembras de más de 120 cm. se encuentran en estado de descanso durante el primer trimestre y los índices de gónadas calculados para estas hembras más grandes son mayores que los índices correspondientes a las más pequeñas, no maduras.

El ligero aumento en el índice de gónadas con el aumento del tamaño del pez no impide seriamente que el valor del índice de gónadas demuestre el desarrollo de los ovarios. Como puede verse en las cuatro cartas trimestrales correspondientes al atún aleta amarilla del Area II, Figuras 2 a 5, cuando una hembra se halla en camino muy avanzado hacia la madurez sexual, el índice de gónadas correspondiente es más alto que el de cualquiera de las hembras que están inmaduras o en estado de descanso. En las Figuras 3, 4 y 5 se reproduce la línea de la Figura 2 que se asume

es el límite superior de los índices de gónadas de los ovarios que están inmaduros o en descanso. Esta misma línea se usa en todas las otras áreas para separar las gónadas en maduración de las que se encuentran en los estados de inmaduras o en descanso. Dicha línea, consecuentemente, se reproduce en las figuras pertinentes para las otras áreas.

TAMAÑO DE LAS HEMBRAS AL DESOVAR POR PRIMERA VEZ

El tamaño mínimo estimado del atún amarilla al desovar por primera vez varía en diferentes partes del Océano Pacífico. Buñag (1956) recolectó en la región de las Islas Filipinas un atún aleta amarilla de 567 mm. de longitud hasta la horquilla de la aleta caudal, que consideró estaba casi maduro y, al calcular el índice de gónadas, obtuvo, según los datos publicados por él mismo, un valor de 70.8 para esta hembra; este fué el atún aleta amarilla hembra más pequeño que encontró con los ovarios sumamente crecidos. Yuen y June (1957) estimaron que el tamaño del atún aleta amarilla al desovar por primera vez podría ser hasta tan pequeño como 70 cm., pero la mayor parte de los atunes aleta amarilla en el Pacífico Central no alcanza la madurez sexual hasta no tener alrededor de 120 cm. de longitud total.

Atunes aleta amarilla de diferentes áreas del Pacífico Oriental Tropical también señalan algunas diferencias en el tamaño mínimo de los peces al desovar por primera vez. Los datos correspondientes a especímenes de atunes aleta amarilla y barriletes recolectados durante el estudio de Schaefer y Orange (1956) han sido incluidos con los de los especímenes recolectados para el presente estudio. La mayoría de las hembras con menos del tamaño mínimo de recolección, descritas en el capítulo sobre Métodos y Procedimientos, fué recolectada durante el estudio de Schaefer y Orange. El examen de la Figura 6 demuestra que el tamaño mínimo de las madurez sexual en el Area II no puede ser determinado con exactitud, ya que solamente cinco hembras de menos de 80 cm. fueron recolectadas en los meses en que ocurre el máximo desove, de julio a septiembre. El porcentaje de hembras que se consideraron en maduración proporciona, sin embargo, una buena estimación del tamaño mínimo al primer desove. El porcentaje de hembras en maduración aumenta rápidamente de 100 cm. a 140 cm.; se encontró que todas las hembras de más de 140 cm. que fueron examinadas durante el período de tres años estaban en maduración. No hubo hembras de 60 a 70 cm. en la clase en maduración, aunque una hembra comprendida en la clase de 70 a 80 cm. estaba madurando, pero en realidad su estado no había avanzado mucho hacia el máximo. Las hembras de 80 a 100 cm. forman el primer grupo substancial cuya maduración está cercana al desove. El tamaño mínimo para el primer desove en el Area II es probablemente entre los 70 a los 80 cm.; sin embargo, se ha encontrado que el 50 por ciento de las hembras examinadas alcanza el tamaño de 120 cm. antes de llegar al estado de maduración.

El tamaño minimum del atún aleta amarilla al primer desove, en las

Áreas IV, V y VI, puede ser estimado por los datos de la Figura 7. Un número substancial de hembras de 50 cm. y más presentaba las gónadas en estado de maduración durante el período de octubre a abril, que parecen ser los meses de máximo desove para las hembras más pequeñas en estas áreas. Los datos de estas áreas indican que ninguna de las hembras de 40 a 50 cm. se encontraba en el grupo en maduración. Sin embargo, tres hembras de 50 a 51 cm. se hallaban en estado de avanzada madurez sexual. Esto demuestra que el tamaño mínimo al primer desove en estas áreas es probablemente alrededor de 50 cm. Esto presenta un contraste pronunciado con el Área II, ya que no es sino hasta que las hembras alcanzan 10 cm. de longitud que el 20 por ciento está en maduración, mientras que en las Áreas IV, V y VI el 20 por ciento de las hembras de 50 a 60 cm. está madurando.

El tamaño mínimo del barrilete al primer desove en el Océano Pacífico no está bien definido. Brock (1954) estimó que los peces más pequeños de esta especie, capturados alrededor de las Islas Hawaianas y que tenían huevos en maduración durante la época de desove, median de 40 a 50 cm.; encontró una hembra de 43.2 cm. de largo que tenía ovas completamente maduras. Buñag (1956) no determinó el tamaño mínimo del barrilete al primer desove en aguas alrededor de las Islas Filipinas, pero sí obtuvo varios especímenes de 45 a 63 cm. que contenían ovarios en estados de avanzado desarrollo sexual. Austin *et al*, en prensa, cuando trabajaban en área de las Islas Marquesas, encontraron barriletes de 43 a 75 cm. de longitud con ovarios en maduración. Según estos datos, parece que el tamaño mínimo al primer desove en el Pacífico Central y en el Pacífico Occidental puede ser de 40 a 45 cm.

Con respecto al barrilete del Pacífico Oriental Tropical, se hizo una división entre la clase en maduración y los estados inmaduro y en descanso, para lo cual se empleó el mismo método a que nos referimos antes con relación al atún aleta amarilla. Los datos de los barriletes hembras capturados durante el primer trimestre en el Área II, Figura 23, que era obvio no se encontraban sexualmente maduros, se usaron para calcular una línea de regresión basada en la longitud total y el correspondiente índice de gónadas. Esta línea de regresión, que se muestra en la Figura 23, está basada en 393 índices de gónadas y excluye los dos índices más grandes de 35 y 36. La línea superior está tres errores estándar sobre la línea de regresión y se emplea para definir las hembras consideradas en maduración, encima de la línea, y las inmaduras o en descanso, debajo de la línea. Esta línea fué usada no solamente para el Área II sino también para otras áreas con el objeto de distinguir los ovarios que se consideraron en maduración. La tercera línea de la Figura 23 es una línea que muestra el porcentaje de los índices de gónadas consideradas maduras en cada 2 cm. de las categorías de longitud.

Los datos de la Figura 8 indican que el tamaño mínimo del barrilete al primer desove en el Área II puede ser alrededor de 55 cm. Los barriletes

del Area II muestran un aumento en el porcentaje de las hembras de más de 55 cm. en el grupo en maduración, pero el porcentaje no muestra el aumento rápido con el tamaño que se encontró en el atún aleta amarilla de la misma área.

Se escogieron peces de una longitud mínima de 55 cm. para las recolecciones de ovarios de las Areas X y XI antes de proceder al estudio sistemático del desove del barrilete en estas áreas. En dos ocasiones en que no se pudo obtener hembras de más 55 cm., las pocas hembras de menor tamaño de que se dispuso demostraron, previo examen, una madurez sexual considerable. Once hembras de una longitud de menos de 55 cm. fueron examinadas de este modo y sus índices de gónadas pueden verse en la Figura 9. Cinco de estas hembras tenían los ovarios en maduración y dos especímenes entre 44 y 45 cm. parecían estar muy cerca del desove. El 29 por ciento de los especímenes entre 55 y 69 cm. estuvo en el grupo en maduración. Sin embargo, el tamaño mínimo al primer desove en estas áreas mar afuera no está bien definido; los datos al respecto indican que el tamaño mínimo podría ser alrededor de 40 cm.

DESOVE DEL ATUN ALETA AMARILLA POR AREAS Y ESTACIONES

Area I

En el Area I se recolectaron especímenes desde marzo de 1954 hasta diciembre de 1955. Se incluyeron peces de los bancos "locales" de pesca frente a Baja California, recolectados de mayo a diciembre de cada año, y especímenes del Golfo de California recolectados de marzo a junio, también de cada año.

Esta área aparentemente no es de las principales en cuanto al desove del atún aleta amarilla, ya que solamente durante el mes de septiembre se encontraron en las muestras ovarios de madurez avanzada y sólo en pequeñas cantidades. La Tabla 1 muestra la frecuencia de la ocurrencia de los índices de gónadas en cuatro categorías, por meses, para hembras de 80 cm. de longitud y más grandes. El mes de septiembre tuvo un solo índice de gónadas de 46.5 y cuatro índices entre 30 y 44.9, lo que sugiere que algunos atunes aleta amarilla pueden desovar en el área; pero como el 95 por ciento de las hembras recolectadas durante este mes tenía índices de gónadas de menos de 30, ese desove es probablemente muy pobre.

Evidencia adicional de que ésta no es un área principal de desove se encuentra en el examen del plancton y de las muestras logradas con luz de noche. La California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations ha hecho extensas recolecciones de plancton hasta tan al sur como el Cabo San Lucas, lo mismo que en el Golfo de California, durante todo el año, y además ha realizado una considerable pesca en la región, con luz de noche, en diferentes ocasiones. Solamente se han obtenido muy pocas larvas de atunes aleta amarilla y ninguna de barrilete en estas recolecciones (W. L. Klawe, M.S.).

La pesquería comercial opera generalmente en el Golfo de California desde febrero hasta junio y luego se mueve hacia el área de pesca mar afuera al oeste de Baja California. Hay poca pesca en el Golfo otra vez hasta noviembre y diciembre. Algún desove puede ocurrir en el Golfo durante agosto y septiembre, pero no se dispone de muestras de ovarios que lo confirmen.

Area II

Del estudio de los ovarios parece que el Area II es una de las principales áreas de desove de los atunes aleta amarilla. Se recolectaron allí especímenes desde diciembre de 1953 hasta diciembre de 1957. De diciembre de 1953 y hasta mayo de 1955 se seleccionaron los especímenes para representar el más amplio rango posible de tamaños de las hembras, de modo que pudiera ser estimado el tamaño mínimo al desovar. Posteriormente sólo se muestrearon pescados de 80 cm. o más grandes.

Los atunes aleta amarilla de esta área tienen un ciclo definido de desove anual con el máximo alrededor del mes de agosto, aunque en cada mes, excepto en diciembre y enero, se obtuvieron hembras con ovarios en estados de avanzado desarrollo sexual. Las cartas trimestrales del Area II, Figuras 2 a 5, muestran los índices de gónadas y los porcentajes de hembras consideradas en maduración, por grupos de tamaños de 10 cm. Estas cartas demuestran que muy pocas hembras están en maduración durante el primer trimestre. De las 428 hembras de más de 80 cm. de longitud, solamente uno por ciento podría considerarse en proceso de maduración sexual y las que constituían este uno por ciento eran especímenes grandes de más de 120 cm. de longitud. Durante el segundo trimestre, 10.2 por ciento de las 441 hembras de más de 80 cm. se encontraba en maduración y éste incluye peces de todos los tamaños. Durante el tercer trimestre, 44.7 por ciento de las 467 hembras estaba en maduración y este porcentaje también incluye todos los tamaños de más de 80 cm. Durante el cuarto trimestre, el promedio del bajo índice de gónadas indica que la mayoría de las hembras que desovaron durante el año ha vuelto a un estado de descanso, ya que sólo 5.6 por ciento de las 409 hembras se encontraba en maduración. La frecuencia de hembras en maduración aumenta con la longitud total. Los datos correspondientes al tercer trimestre muestran los siguientes porcentajes de hembras en maduración, por clase de tamaños:

Clase de tamaños en cm.	Porcentaje en maduración
80 - 89.9	22
90 - 99.9	32
100 - 109.9	52
110 - 119.9	54
120 - 129.9	71
130 - 139.9	86
140 - 149.9	91
150 - 159.9	100

Un diagrama de la frecuencia de la ocurrencia de los índices de gónadas agrupados en cuatro categorías, graficado a intervalos de clases de 2 cm. de longitud, Figura 10, muestra que la frecuencia más alta de la ocurrencia de índices sobre 45 se encuentra durante agosto, y que éste es el único mes en que las hembras de menos de 100 cm. tenían índices de gónadas sobre 45.

Los índices de gónadas están tabulados en la Tabla 1 por tres categorías, según las condiciones de las gónadas. La Clase "1-4" incluye las hembras en las que no se pudo encontrar remanentes distinguibles de ovas maduras en el lumen de los ovarios. El estado 5 se ha dividido en dos clases: la 5-A representa las hembras recientemente desovadas, y la 5-B representa las hembras que ya han desovado hace algún tiempo (ver página 506). En el Area II se recolectaron dos ovarios de la clasificación 5-A en el mes de julio, 12 en agosto y uno en septiembre y otro en octubre. En cada mes del año se obtuvieron ovarios en el estado 5-B. Los porcentajes de los ovarios en la clase 5-B, por mes, son los siguientes:

Enero	| 9.8
Febrero	| 4.5
Marzo	| 7.1
Abril	12.9
Mayo	21.0
Junio	16.3
Julio	28.9
Agosto	45.6
Septiembre	47.5
Octubre	36.4
Noviembre	38.5
Diciembre	22.3

El porcentaje de los ovarios de la clase 5-B alcanza su máximo durante agosto y septiembre, cae hasta 4.5 en febrero, y luego sube otra vez hasta la altura a que llega en septiembre. Noviembre es el último mes en que se encuentran hembras en estados de avanzada madurez, y febrero es el próximo mes en que se hallan ovarios en esas condiciones. Esto demuestra que los remanentes de ovas maduras son probablemente retenidos durante tres meses por lo menos en condiciones que los hacen reconocibles. Solamente 16 ovarios fueron clasificados en el grupo 5-A, lo que sugiere que los remanentes de ovas maduras se desinflan dentro de un término de pocos días después del desove. La gran mayoría de ovarios en estados de avanzado desarrollo sexual que han sido clasificados en los grupos 5-B y 5-A sugiere un desove múltiple. Pero aunque esto indica que los atunes aleta amarilla tienen un desove múltiple, no hay nada que sugiera cuántas veces puede desovar una hembra durante una estación. Yuen (1955) obtuvo resultados similares en sus investigaciones sobre el *Germo alalunga*, y Yuen y June (1957) hallaron una evidencia similar de desove múltiple en el *Neothunnus* del Pacífico Central. Ninguno de estos investigadores pudo estimar el número de veces que desova un atún dentro de un año o de una estación.

Area III

Esta área frente al sur de México es aparentemente una de las principales áreas de desove del atún aleta amarilla. Comprende las aguas mar afuera desde las Islas Tres Marias en el sur hasta el límite norte del Golfo de Tehuantepec. Se recolectaron muestras desde enero de 1956 hasta junio de 1959, aunque la recolección rutinaria no comenzó hasta enero de 1957. No ha sido posible recolectar en esta área muestras de cada uno de los meses del año calendario debido a la falta de esfuerzo de pesca durante algunos de ellos; no se recolectaron muestras en septiembre y las de octubre son una pobre representación de la amplitud de tamaños.

Hay evidencia de que el atún aleta amarilla de esta área desova durante todo el año, con un maximum estacional durante el segundo y tercer trimestre, pero sin el máximo tan pronunciado demostrado en el Area II. Los atunes aleta amarilla de más de 70 cm. tienen algunos índices de gónadas clasificados dentro del grupo en maduración en todos los cuatro trimestres, Figuras 11 a 14. Las hembras de 70 a 79 cm. de longitud tienen el menor porcentaje en maduración durante el primer trimestre, 35 por ciento, y el porcentaje más alto, 90 por ciento, durante el tercer trimestre. Las hembras de 80 cm. y más grandes tienen menos miembros dentro de la clase en maduración durante el primer trimestre que durante los tres trimestres siguientes. El ciclo estacional de desove tiene su mejor representación en las hembras pequeñas que probablemente desovan por primera vez.

Area IV

El Area IV es la de frente al Golfo de Tehuantepec, en donde posiblemente se mezclan los stocks de atunes de la región norte (sur de México y Baja California) y los de las aguas centroamericanas. Los especímenes recolectados en el Area IV tenían una amplitud de tamaños restringida, ya que no se encontró una buena representación de hembras de más de 100 cm. de longitud y no se recolectaron hembras de más de 120 cm.

Esta área era parte del Area III del estudio de Schaefer y Orange (1956), que comprendía atunes aleta amarilla del área del mar frente a Cabo Malo, Panamá, hasta el norte de los 15° N. de latitud. Posteriormente se encontró que no siempre las hembras de menos de 100 cm. de longitud del área de Tehuantepec se encontraban en estados de avanzada madurez sexual al mismo tiempo que las hembras de igual tamaño de las aguas de frente a Panamá y Costa Rica. El Area III original estaba en consecuencia dividida en tres subáreas que en este estudio se designarán como áreas IV, V y VI. El Area IV es aparentemente un área de desove del atún aleta amarilla, pero no hay evidencia de un marcado patrón estacional para los meses representados.

Hay evidencia de especímenes en estados de avanzada madurez durante enero, febrero, marzo y junio, y de hembras en temprana maduración durante abril, mayo y julio. Los pocos especímenes recolectados en septiembre, octubre y noviembre no indican un desove inminente

durante este período; sin embargo, el número de especímenes observados es pequeño para cada uno de los tres meses.

Durante enero, febrero, marzo y junio se encontraron algunos peces con índices de gónadas de 45 y más, Table 1, pero el 84.6 por ciento de las hembras de 70 a 90 cm. de longitud durante estos mismos meses tiene índices de gónadas de menos de 15. Hembras de 70 a 90 cm. están representadas en cada mes, con excepción de agosto y diciembre, aunque en los otros 10 meses las hembras de estos tamaños, en conjunto, no tienen muy crecidos los ovarios. Esto sugiere que los peces de estos tamaños no desovan dentro del área. No hay representación de suficientes especímenes de más de un metro de longitud como para estimar adecuadamente las tendencias del desove.

Area V

El Area V fué designada como un área de transición entre el Area IV y el Area VI y no fué tomada en cuenta para un muestreo concentrado de gónadas. Sin embargo, se recolectaron algunas muestras de esta área y los respectivos índices de gónadas se muestran en la Tabla 1. Las hembras recolectadas se hallaban generalmente inmaduras o en un estado de descanso, excepto durante abril, mayo y junio en que algunas hembras tenían ovarios en estados moderadamente avanzados de madurez. Puede haber algún desove en esta área.

Area VI

El Area VI parece ser una de las principales áreas de desove del atún aleta amarilla; se recolectaron especímenes desde octubre de 1953 hasta julio de 1959. Algunas hembras en estados de avanzado desarrollo sexual se encontraron en cada mes, excepto en noviembre que está representado por sólo ocho especímenes. Los índices de gónadas indican que la época principal de desove es desde diciembre hasta marzo, con un máximo durante enero y febrero. La ocurrencia estacional de gónadas de avanzada madurez es particularmente evidente entre las hembras de 70 a 99 cm. de longitud, Figuras 15 a 18, ya que durante el primer trimestre del año el 64.1 por ciento de estas hembras está clasificado dentro del grupo en maduración, mientras que el porcentaje en dicho grupo, correspondiente al segundo trimestre, es de 29.2, de 17.3 por ciento durante el tercer trimestre y de 18.2 por ciento durante el cuarto trimestre. Los atunes aleta amarilla de más de 100 cm. de longitud muestran también una ocurrencia estacional de gónadas de avanzada madurez, pero con una variación menor entre los cuatro trimestres. Los porcentajes de las hembras de más de 100 cm. en la clase en maduración en los trimestres primero al cuarto son: 63.8, 50.0, 50.0 y 45.8, respectivamente.

Area VII

En esta área se recolectaron especímenes a partir de enero de 1956 y se continuó hasta mayo de 1957; sin embargo, solamente se consiguieron 292 hembras de más de 70 cm. de longitud. Este número de especímenes no es suficiente para permitir un análisis detallado del desove del atún

aleta amarilla en el área. Durante enero y marzo se recolectaron tres hembras con índices de gónadas superiores a 45; en abril, mayo, junio, julio y agosto se encontraron hembras con ovarios muy próximos al desove, pero con índices de gónadas más bajos. El atún aleta amarilla probablemente desova en esta área durante el período enero-marzo. Los especímenes recolectados durante mayo, junio, julio y agosto y en diciembre no indican desove durante dichos meses; sin embargo, si se hubiera dispuesto de mayor número de muestras podrían haber mostrado un porcentaje de la población en condiciones de desove similares a las del Area VI.

Area VIII

Lo más probable es que el Area VIII no sea una localidad de desove del atún aleta amarilla excepto, tal vez, en su parte más septentrional. Se examinaron 1.320 hembras de esta área y solamente siete de ellas fueron clasificadas dentro del grupo en maduración.

El muestreo se comenzó en agosto de 1955 y continuó hasta mayo de 1959. Durante este tiempo se recolectaron especímenes de cada mes calendario, pero no de todos los meses de cada año. Los tamaños de los especímenes recolectados varían de 70 a 135 cm. y cada mes está representado por una o más hembras de más de un metro de longitud. La única evidencia de maduración de los ovarios se aprecia durante el primer trimestre, Figuras 19 a 22, en que dos hembras de 70 a 79 cm., tres de 70 a 89 cm. y dos de 100 a 109 cm. se hallaban en maduración. Solamente 12 hembras fueron agrupadas dentro de la clase 5-B.

El Area VIII es una de las principales áreas de pesca de la flota atunera. Aunque en años recientes el barrilete ha sido la especie predominante capturada en esta zona, también hay alguna pesca de atún aleta amarilla durante el año entero. Los datos de los experimentos de marcación no han indicado migraciones en gran escala de los atunes aleta amarilla de esta área, pero como las gónadas de los peces no indican desove dentro del área, éstos deben de salir de las localidades de pesca de esta zona para desovar (tal vez mar afuera). La falta de especímenes con remanentes de ovas maduras indica que este grupo de peces puede abandonar el área de pesca y no volver hasta después de varios meses de efectuado el desove.

Area IX

En esta área no se recolectaron especímenes de menos de 70 cm.; no obstante, unos pocos cargamentos de atún procedente de aquí tenían algunos atunes aleta amarilla más pequeños mezclados con los barriletes que predominaban. Algunos de estos pequeños atunes aleta amarilla fueron examinados y no se encontró ninguno con ovarios en estado de avanzada madurez sexual. Los diversos especímenes examinados parecían estar inmaduros y contenían ovarios que fueron clasificados en los estados generales de 1-S, 1 ó 2.

Area X

El Area X rodea las Islas Galápagos y se extiende hacia el norte hasta el Banco Paramount. Desde noviembre de 1955 se han recolectado en esta área especímenes de atunes aleta amarilla; las últimas muestras se recolectaron en noviembre de 1958. Durante este tiempo se recolectaron una o más muestras de cada mes calendario, excepto en abril, pero se necesita un número mayor para ampliar el rango de tamaños y el número de especímenes representativos de cada mes.

Esta área parece ser una localidad de desove del atún aleta amarilla, pero el patrón estacional del desove es difícil de determinar por la escasez de datos. Unas pocas hembras con ovarios en estados de avanzado desarrollo sexual están representadas en las muestras de enero, marzo y septiembre, y durante febrero y diciembre se encontraron hembras en estado de temprana madurez. Ovarios del estado 5-B se encontraron en los peces capturados durante enero y marzo y de septiembre a diciembre. Solamente se encontraron dos índices de gónadas de 45 y más, Tabla 1, que corresponden a hembras de 110 a 139 cm. de longitud, pescadas durante enero.

Area XI

La Isla del Coco es aparentemente un área de desove del atún aleta amarilla y puede ser parte de un área de desove más grande, pero el número de especímenes recolectados es inadecuado para estimar el patrón estacional. Muchos de los atunes aleta amarilla descargados de esta área miden menos de 70 cm., y los especímenes de más de 100 cm. no son comunes en las muestras que tenemos actualmente.

La primera recolección en esa área fué en diciembre de 1955 y la última en abril de 1959; durante este lapso solamente se obtuvieron 172 hembras de más de 70 cm. durante los meses de enero, febrero, abril, junio, septiembre y diciembre; ver Tabla 1. Con este limitado número de especímenes no se puede hacer una estimación precisa de la época del desove, pero se cree que ocurre por lo menos durante febrero y abril. Es posible que los peces de esta área sean parte de la misma población que desova en otras aguas más costeras frente a la América Central.

Area XII

Se trata del área de la Isla Clipperton, a unas 600 millas de la costa sur de México. En cada mes, excepto en julio, septiembre y octubre, se recolectaron especímenes que representan un rango de tamaños bastante bueno. Un total de 361 hembras se recolectó en esta área desde abril de 1955 hasta enero de 1959.

El Area XII es probablemente una localidad de desove del atún aleta amarilla; durante todo el año se opera algún desove, pero el máximo corresponde a los meses de febrero y marzo, lo que concuerda muy ajustadamente con el patrón estacional del área centroamericana. Los meses de febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre tienen índices de gónadas de 45 cm. y más, Tabla 1, con la más alta incidencia durante marzo.

Area II-B

Es la del Banco Shimada, al suroeste de las Islas Revillagigedo. Se recolectaron muestras en esta área desde mayo de 1957 hasta agosto de 1958; durante este tiempo se examinaron 292 hembras.

Aparentemente ésta es un área de desove del atún aleta amarilla y el patrón estacional del desarrollo de las gónadas parece ser similar al del Area II. El máximo del desove en agosto está representado por muchas hembras en condiciones de muy avanzada madurez sexual, Tabla 1. De las 41 hembras recolectadas en agosto, 18 tenían índices de gónadas de 45 y más, 18 de 30 a 44.9, y 4 de 15 a 29.9; solamente una hembra tenía el índice de gónadas de menos de 15. Las hembras inmaduras o en estado de reposo predominan de noviembre a marzo.

DESOVE DEL BARRILETE POR AREAS Y ESTACIONES

Area I

En esta área se recolectaron especímenes desde marzo de 1954 hasta diciembre de 1955. Luego se suspendió la recolección porque los barriletes no dieron indicaciones de maduración de sus gónadas en ningún momento. Se examinó un total de 413 hembras recolectadas en esta área y se encontró que todas ellas tenían sus gónadas en estados muy encipientes de maduración, Tabla 2. Los índices de gónadas más altos registrados fueron de 15.2 y 15.3 que están muy por debajo del valor que indica madurez sexual. De las 413 hembras recolectadas, 89 median de 55 a 59 cm. de longitud y 97 fueron de 60 a 73 cm. Barriletes de más de 60 cm. constituyen una minoría de la pesca total, y las 97 hembras de más de 60 cm. se lograron solamente después de mucha búsqueda entre los pescados descargados en las plantas enlatadoras. El tamaño mínimo al primer desove en el Area II es de 55 cm. más o menos (ver página 511), y aún cuando algunas de las hembras del Area I tienen una longitud mayor, ninguna de las examinadas se encontraba sexualmente madura.

Area II

El Area II comprende las Islas Revillagigedo y es una de las pocas áreas en las que pesca la flota comercial que parece ser una localidad importante del desove del barrilete. Se comenzó a recolectar especímenes en esta área desde enero de 1954 y se terminó en diciembre de 1957, habiéndose examinado más de 1,400 hembras de 60 cm. y más grandes y recolectado especímenes en cada mes del año.

Barriletes con ovarios en estados de avanzada madurez se encontraron en esta área durante un extenso período, Tabla 2, y muestran un máximo estacional menos pronunciado que el del atún aleta amarilla en la misma área. Desde abril hasta noviembre se recolectaron hembras con ovarios en maduración; hay indicación de que la época principal de desove es de julio a noviembre, tal vez con algún desove en diciembre, y posiblemente también en una forma muy limitada en enero.

Las hembras más grandes de más de 68 cm. tienen una porción mayor

de índices de gónadas dentro del grupo en maduración que las hembras de 60 a 68 cm. A continuación damos los porcentajes de las clases de las hembras en maduración, durante cada trimestre del Area II, Figuras 23 a 26:

	Hembras de 60 a 67.9 cm.	Hembras de 68 y más	Todas las hembras de más de 60 cm.
1er. trimestre	2.3	4.1	2.8
2do. trimestre	14.9	17.3	15.5
3er. trimestre	15.0	47.6	18.8
4to. trimestre	16.6	57.7	20.5

Areas IV, V y VI

Los datos de estas áreas de frente a México y a la América Central no indican que sean importantes áreas de desove del barrilete. Se examinaron 1,122 hembras de 55 cm. y más grandes, procedentes de esta región, y ninguna tenía los ovarios en los últimos estados de maduración, Tabla 2. Durante diciembre, febrero, marzo y mayo se obtuvieron especímenes con ovarios desarrollándose hacia el desove. El índice de gónadas más alto (36) fué de una hembra capturada en diciembre; los índices de gónadas de un valor superior a 20 se obtuvieron de muestras recolectadas en los meses de diciembre a junio y el mayor porcentaje se encontró en el mes de febrero.

Areas VII y VIII

En estas áreas se recolectaron barriletes desde agosto de 1955 hasta agosto de 1958. Durante este tiempo se examinaron los ovarios de 1,304 hembras de 55 cm. y más grandes para determinar su madurez sexual; de estos especímenes, una muestra de no menos de 62 hembras está representada en cada uno de los meses del año y, entre éstas, el índice de gónadas más alto es 23 que corresponde a una hembra capturada durante el mes de febrero, Tabla 2. El porcentaje de los índices de gónadas clasificadas dentro del grupo en maduración, para cada trimestre, es bajo: 0.63 durante el primer trimestre, 0.56 durante el segundo, 0.00 en el tercero, y 0.75 en el cuarto trimestre. El desarrollo ovárico de los barriletes en estas áreas es muy similar al de otras áreas costeras. El índice de gónadas promedio se mantiene bajo durante el año entero, pero unos pocos peces muestran un limitado avance estacional hacia la madurez.

Area IX

El límite norte del Area IX es los 10° S. de latitud y el área se extiende hacia el sur hasta donde operan los flotas comerciales atuneras. El extremo sur hasta de donde se han obtenido muestras para este estudio es los 21° S. de latitud. Se comenzó a recoger muestras en esta área desde diciembre de 1957 hasta marzo de 1959. Durante este tiempo se examinaron 218 hembras de 55 cm. y más grandes, representando los meses de febrero, marzo, noviembre y diciembre.

Los índices de gónadas de esta área son de 5 a 20, lo que indica que los especímenes recolectados se encontraban en estados inmaduros o en

descanso. Probablemente el barrilete no desova en este extremo sur de la región costera de la pesquería comercial.

Area X

El Area X comprende las Islas Galápagos y el Banco Paramount. Se recolectaron especímenes desde noviembre de 1955 hasta enero de 1959 y durante este tiempo se examinaron los ovarios de 585 hembras para determinar la madurez sexual. Se recolectaron especímenes en cada mes, excepto abril, pero solamente se obtuvieron ocho hembras en marzo; los otros meses estuvieron representados por 25 ó más especímenes.

El porcentaje más alto de hembras de 55 cm. y más grandes con índices de gónadas clasificados dentro del grupo en maduración se encontró durante el primer trimestre, y el porcentaje más bajo durante el tercer trimestre, Figuras 27 a 30. Estos porcentajes por trimestres son: 19.5, 6.6., 5.8 y 9.3. El porcentaje de los índices de gónadas clasificados dentro del grupo en maduración indica que algunos barriletes posiblemente pueden desovar en esta área o cerca de ella durante el año entero. Algunos índices de gónadas de 30 ó más se encuentran desde octubre hasta marzo; durante dos meses, marzo y diciembre, los índices de gónadas de 45 y más están representados por dos especímenes en cada mes, Tabla 2. Estos datos sugieren que la principal época de desove puede ser de diciembre a marzo.

Area XI

En esta área se comenzó a recolectar especímenes de barriletes en diciembre de 1955 y se continuó hasta abril de 1959. Durante este tiempo se examinaron los ovarios de 210 hembras de 55 cm. y más. Los especímenes se recolectaron, Tabla 2, en los siguientes meses: enero, febrero, abril, junio, septiembre, noviembre y diciembre. Los índices de gónadas de más de 30 están representados durante febrero y abril; con relación a los meses restantes, todos los especímenes tienen índices de gónadas menores de 20.

Clemens (1956) recolectó en esta área un barrilete de 54.2 cm. sexualmente maduro, al que se le exprimieron las ovas por medio de presión ejercida en el abdomen. Este espécimen fué capturado en enero de 1955 por el sistema de arrastre de líneas con anzuelo ("trolling"), a 25 millas al este de la Isla del Coco.

Los datos de las gónadas indican que ésta es probablemente un área de desove del barrilete, por lo menos durante febrero y abril, y el hallazgo de una hembra sexualmente madura durante enero es indicio de que este mes podría ser también parte de la estación de desove.

Area XII

El Area XII está alrededor de la Isla Clipperton. Periódicamente se recolectaron especímenes de atunes aleta amarilla en esta área y se hicieron esfuerzos para recoger barriletes de los mismos barcos que descargaban atún aleta amarilla del área. Durante esta investigación se recolectaron solamente 44 especímenes de barriletes, todos durante el mes de

noviembre. Los índices de gónadas no indican desove durante este único mes. Sin embargo, en esta área se recolectó una larva de barrilete durante el mes de mayo, mediante el uso de una red de plancton.

Area II-B

El Area II-B es el Banco Shimada, al suroeste de las Islas Revillagigedo. Se examinaron 156 especímenes de 60 cm. y más grandes, trabajo que se comenzó en mayo de 1957 y se continuó hasta mayo de 1958. Las recolecciones se hicieron de enero a mayo y en el mes de diciembre; no se recolectaron muestras de junio a noviembre.

Podría esperarse que la época de desove del barrilete en esta área fuera la misma que la del Area II, dada la estrecha proximidad de ambas. Los índices de gónadas en el grupo clasificado en maduración han sido calculados por los datos de enero, marzo y abril, Tabla 2; sin embargo, la falta de muestras durante la supuesta estación de desove, de julio a noviembre, impide determinar al presente la temporada de desove en esta área.

PORCENTAJES MEDIOS DE LAS GONADAS EN MADURACION

La Tabla 3 muestra los porcentajes de los peces con gónadas en maduración y el porcentaje de peces con índices de gónadas de 45 y más, por categorías de tamaño de los peces, para cinco áreas seleccionadas para el atún aleta amarilla y para cuatro áreas seleccionadas para el barrilete. El porcentaje de peces con gónadas en maduración fué computado calculando para cada área y para clase de tamaño de los peces el porcentaje de los índices de gónadas que corresponde a la clase en maduración (ver página 508), en cada trimestre. Los cuatro porcentajes trimestrales fueron promediados en cada caso para obtener las medias anuales.

Los datos que corresponden al atún aleta amarilla muestran que las Areas II, III y VI tienen porcentajes relativamente altos de especímenes en maduración y que el porcentaje sube conforme crecen los peces. El promedio de incidencias de los índices de gónadas de 45 y más es, desde luego, mucho menor. Estos datos sumarizan en una forma conveniente las diferencias en el grado de desarrollo de las gónadas entre las áreas que han sido consideradas localidades de desove, tales como el Area II, y las áreas en donde no hay desove, tales como el Area VIII.

La tabulación correspondiente al barrilete contiene similares marcadas diferencias entre las áreas de desove y las no consideradas como tales. El Area II tiene relativamente porcentajes grandes de especímenes en maduración y también algunos índices de gónadas de 45 y más. Las áreas costeras IV, V y VI y VII y VIII tienen relativamente porcentajes bajos de peces en maduración sin índices de gónadas de 45 o más.

RAZON DE LOS SEXOS

Como el sexo de los atunes no puede ser determinado por las características externas, todos los especímenes fueron seleccionados por el

tamaño y, una vez abiertos, se hizo la identificación del sexo cuando fué posible. Se anotó la longitud total en milímetros y el sexo de cada espécimen. Se registró cada ejemplar como macho o hembra, pero si las gónadas no estaban suficientemente desarrolladas para permitir la determinación del sexo por el examen macroscópico, se las clasificó como correspondientes al Estado 1-S. La razón de los sexos que se discute a continuación es el resultado de la tabulación de todos los especímenes examinados, de cada especie, para todas las áreas combinadas.

La razón de los sexos para el atún aleta amarilla está basada en 18,234 especímenes con una amplitud de tamaños de 40 a 196 cm.; la razón por clases de tamaño de 10 cm. se muestra en la Figura 31. Hay un alto porcentaje de especímenes pequeños en el Estado 1-S, pero conforme aumenta el tamaño de los especímenes el porcentaje de los peces registrados como 1-S disminuye rápidamente. El sexo de la mayoría de los atunes aleta amarilla con un tamaño de 70 cm. era determinable, pero con un tamaño de alrededor de 110 cm. el sexo de todos los especímenes era fácil de determinar. Entre los peces pequeños cuyo sexo pudo definirse, la proporción de machos es baja y aumenta rápidamente hasta la longitud de 70 cm.; de 70 hasta 129 cm. la razón está cercana al 50 por ciento de machos; sobre 130 cm. el porcentaje de machos aumenta rápidamente y sobre los 180 cm. todos los especímenes eran machos.

Es probable que el bajo porcentaje de machos en las clases de los tamaños más pequeños sea debido a que los ovarios se pueden reconocer más fácilmente que los testes y, si ésto es así, la proporción de machos está probablemente cercana al 50 por ciento desde las clases de tamaño más pequeñas hasta más o menos los 120 cm., mientras que en tamaños más grandes de 120 cm. el radio de machos aumenta.

La razón de los sexos del barrilete se ha basado en 12,178 especímenes recolectados en todas las áreas muestreadas desde 1953 hasta 1959. La Figura 32 muestra los datos sobre la razón de los sexos, de la misma manera que los del atún aleta amarilla en la Figura 31. El 39 por ciento de los especímenes de 40 a 45 cm. de longitud se encontraba en el Estado 1-S, el porcentaje disminuyó con el aumento en el tamaño de los peces y luego se pudo determinar el sexo de todos los barriletes de más de 65 cm. En los peces más pequeños es más fácil de reconocer los ovarios que los testes, ya que el 20 por ciento de los especímenes examinados en la clase de 40 a 45 cm. fué reconocido como del sexo masculino, mientras que el 48 por ciento fué determinado como del sexo opuesto. Los barriletes de la clase 1-S, y los machos, constituyen cerca del 50 por ciento de los peces de menos de 75 cm. Esto sugiere que los barriletes son capturados en una razón de sexos muy cercana a la unidad, cuando la longitud es de menos de 75 cm., y que la porción de los machos aumenta cuando la longitud es superior a esta medida.

RESUMEN

Los atunes aleta amarilla y barriletes procedentes de 13 áreas del

Pacífico Oriental Tropical fueron examinados para determinar la incidencia del desove según las condiciones de las gónadas femeninas. Los especímenes fueron medidos y luego abiertos para determinar su sexo cuando fué posible. Si las gónadas no estaban suficientemente desarrolladas para permitir al observador la determinación del sexo mediante el examen macroscópico, los especímenes fueron clasificados dentro del Estado 1-S. En cuanto a los machos, solamente se anotó la longitud total y el sexo. Con respecto a las hembras, se registró la longitud total de cada una y los ovarios fueron clasificados en cuatro categorías según su estado general de desarrollo, si no se pudo encontrar en ellos remanentes de ovas maduras después de un examen microscópico, o bien en los Estados 5-A ó 5-B cuando se hallaron estos remanentes.

Para cada hembra se calculó una relación numérica entre el peso del pescado, asumido como proporcional al cubo de la longitud total, y el peso de ambos ovarios. Esta relación, llamada índice de gónadas, se empleó para indicar el grado de madurez sexual de cada espécimen. El índice de gónadas aparentemente no corrige por completo el efecto de las diferencias de tamaños entre los peces con respecto al tamaño de sus gónadas a un mismo grado de desarrollo de las ovas, porque los ovarios inmaduros o en estado de descanso sexual tienen índices promedio ligeramente más altos conforme aumenta el tamaño de los peces. El ligero aumento en el índice de gónadas con el aumento del tamaño del pez no impide seriamente que el valor del índice de gónadas demuestre el desarrollo de los ovarios, ya que una hembra cuando se halla razonablemente bien avanzada hacia la madurez sexual tiene un índice de gónadas más alto que el de cualquiera de las que se encuentran inmaduras o en estado de descanso.

Se estimó el tamaño mínimo al primer desove para ambas especies. Los atunes aleta amarilla de diferentes partes del Pacífico Oriental Tropical presentan algunas diferencias en el tamaño mínimo al primer desove. En el área de las Islas Revillagigedo, Area II, este tamaño probablemente es de 70 a 80 cm. de longitud total; sin embargo, el 50 por ciento de las hembras examinadas durante la estación de desove llegaron a 120 cm. antes de alcanzar los estados de maduración. El tamaño mínimo al primer desove en el atún aleta amarilla del área de mar frente a la América Central es substancialmente más pequeño; los datos indican que es de más o menos 50 cm., ya que el 20 por ciento de las hembras de este tamaño examinadas durante la estación de desove se encontraba en maduración.

El tamaño mínimo del barrilete al primer desove cambia también en las diferentes áreas. Los datos indican que en el Area II es de unos 55 cm. y en el área de la Isla del Coco (Area XI) es alrededor de 40 cm.

Hay indicación de que el atún aleta amarilla probablemente desova en una amplia extensión del Pacífico Oriental Tropical, tanto cerca de la costa como mar afuera. El desove de esta especie es estacional en la mayoría de las áreas, con el período de desove más pronunciado en el área de

las Islas Revillagigedo, y con el periodo más prolongado de desove frente a la costa de la América Central. Los datos indican que tanto el sector norte del área de pesca, frente a Baja California, como el sector sur hacia el sur del 1° S. de latitud aproximadamente, son de poca importancia como áreas de desove.

Los datos indican que dos áreas mar afuera, la de la Isla del Coco y la Isla Clipperton, son localidades de desove del atún aleta amarilla. El área de las Islas Galápagos es probablemente una zona de desove, por lo menos durante los tres primeros meses del año, pero no se han recolectado datos suficientes para definir el desove del atún aleta amarilla de esta área.

El desove del barrilete ocurre principalmente mar afuera. El Area II, la de las Islas Revillagigedo, es probablemente una importante zona de desove del barrilete. Durante un prolongado periodo se obtuvieron en esta área especímenes que contenían ovarios en estados avanzados de maduración, pero no demostraron el pronunciado máximo de desove en agosto del atún aleta amarilla de la misma área. Las Islas Galápagos es probablemente una área de desove del barrilete; pero, lo mismo que con el atún aleta amarilla, no se han recolectado suficientes especímenes durante un prolongado lapso para definir el desove en esta zona.

Se examinaron ejemplares de barriletes de las áreas costeras de Baja California hasta Chile, y los datos de los índices de gónadas indican que el desove a lo largo de la costa es muy pobre. Durante diciembre, febrero, marzo y mayo se obtuvieron especímenes con ovarios próximos al desove en el área mar afuera frente a la América Central; sin embargo, los datos no indican necesariamente que estos peces desovarían eventualmente dentro de esta área. Se infiere que el barrilete se moviliza mar afuera para la mayor parte de su desove.

Las razones de los sexos fueron tabuladas por diferentes categorías de longitud de todos los especímenes examinados, para todas las áreas combinadas, para cada especie. Los datos del atún aleta amarilla indican que un alto porcentaje de los especímenes más pequeños se encuentra en el Estado 1-S, siendo presumiblemente peces vírgenes; pero conforme los especímenes aumentan de tamaño, el porcentaje de peces clasificados como 1-S disminuye rápidamente. La razón de los machos de 70 a 130 cm. está cerca del 50 por ciento, pero cuando la longitud sobrepasa los 130 cm. el porcentaje de machos aumenta con rapidez.

Lo mismo ocurre con el barrilete: el porcentaje mayor de especímenes en el Estado 1-S se registra en las clases de tamaños más pequeñas; el porcentaje de machos, más los que se encuentran en el Estado 1-S, está cercano al 50 por ciento en las longitudes de menos de 75 cm., pero el porcentaje aumenta en la clase de tamaños más grandes, de 75 a 79 cm.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Austin, T.S., R.C. Wilson, E.L. Nakamura, M.O. Rinkel and H.O. Yoshida.
Study of the tuna resources of Northeastern French Oceania.
U.S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull. (in press).
- Brock, V. E.
1954 Some aspects of the biology of the aku, *Katsuwonus pelamis*, in the Hawaiian Islands.
Pacific Science, Vol. 8, No. 1, pp. 94-104.
- Buñag, D. M.
1956 Spawning habits of some Philippine tuna based on diameter measurements of the ovarian ova.
Philippine Jour. Fisheries, Vol. 4, No. 2, pp. 145-175.
- Chatwin, B. M.
1959 The relationship between length and weight of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) from the Eastern Tropical Pacific Ocean.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 3, No. 7, pp. 305-343 (English), pp. 344-352 (Spanish).
- Clemens, H. B.
1956 Rearing larval scombroid fishes in shipboard aquaria.
Calif. Fish and Game, Vol. 42, No. 1, pp. 69-79.
- Marr, J. C. and M. B. Schaefer
1949 Definitions of body dimensions used in describing tunas.
U.S. Dept. Int., Fish & Wildlife Serv., Fish., Bull., Vol. 51, No. 47, pp. 241-244.
- Matsumoto, W. M.
1958 Description and distribution of larvae of four species of tuna in Central Pacific waters.
U.S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull. 128, Vol. 58, pp. 31-72.
- Mead, G. W.
1951 Postlarval *Neothunnus macropterus*, *Auxis thazard* and *Euthynnus lineatus* from the Pacific coast of Central America.
U.S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull. 63, Vol. 52, pp. 121-127.
- Otsu, T. and R. N. Uchida
1959 Sexual maturity and spawning of albacore in the Pacific Ocean.
U.S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull. 148, Vol. 59, pp. 287-305.

Schaefer, M. B.

- 1948 Spawning of Pacific tunas and its implication to the welfare of the Pacific tuna fisheries.
Wildlife Management Inst., Trans. 13th North Amer. Wildlife Conf., pp. 365-371.

Schaefer, M. B.

- 1948 Morphometric characteristics and relative growth of yellowfin tunas (*Neothunnus macropterus*) from Central America.
Pacific Science, Vol. 2, pp. 114-120.

Schaefer, M. B. and J. C. Marr

- 1948 Spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the Pacific Ocean off Central America, with description of juveniles.
U.S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull. 44, Vol. 51, pp. 187-196.

Schaefer, M. B. and C. J. Orange

- 1956 Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in three areas of the Eastern Pacific Ocean, by examination of gonads.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 1, No. 6, pp. 281-320 (English), pp. 321-349 (Spanish).

Yuen, H. S. H.

- 1955 Maturity and fecundity of bigeye tuna in the Pacific.
U.S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept. Fisheries No. 150, pp. 1-30.

Yuen, H. S. H. and F. C. June

- 1957 Yellowfin tuna spawning in the Central Equatorial Pacific.
U.S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish Bull. 112, Vol. 57, pp. 251-264.

